

Aus dem Institut für Rechtsmedizin

Institut der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. med. Matthias Graw

**Senioren im Straßenverkehr:  
Sehtestung bei 270 aktiven älteren  
Autofahrern – Durchführung, Auswertung  
und Literaturvergleich im Kontext der  
Unfallhäufigkeit**

Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

An der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von Imke Binnewies

aus Northeim, 2020

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Matthias Graw

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. Lukas Reznicek

Mitbetreuung durch die

promovierte Mitarbeiterin: Dr. med. Claudia Helmreich

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Datum der Prüfung: 17.12.2020

**Unserer Erde**

—

**Wir haben nur eine**

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Allgemeines und demografische Daten .....	1
1.2	Unfälle des älteren Menschen und mögliche Ursachen.....	2
1.3	Derzeitige Voraussetzungen zum Erlangen der Fahrerlaubnis .....	3
1.4	Körperliche Veränderungen im Alter .....	4
1.5	Was sind die physiologischen Alterungsprozesse, die das Auge betreffen?	6
1.6	Definitionen .....	7
1.7	Augenerkrankungen und ihre Folgen für das Sehvermögen im Alter.....	8
1.8	Sehvermögen und Fahren .....	9
1.9	Sehvermögen und Unfälle .....	9
1.10	Gegenstand dieser Arbeit .....	11
<b>2</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>12</b>
2.1	Studiendesign .....	12
2.2	Probandenzusammensetzung und -rekrutierung.....	12
2.3	Zeitlicher Rahmen der Untersuchungen .....	13
2.4	Durchführung der Untersuchung .....	13
2.5	Beschreibung der verwendeten Geräte .....	16
2.5.1	Rodatest 302 (N=270) .....	16
2.5.2	Mesotest IIb (N=80) .....	16
2.6	Erhebung der Daten .....	19
2.7	Statistische Auswertung .....	19
<b>3</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>20</b>
3.1	Allgemeine Probandendaten.....	20
3.2	Allgemeine Probandendaten am Mesotest .....	21
3.3	Auswertung Fragebogen.....	22
3.3.1	Allgemeines .....	22
3.3.2	Persönliches Gesundheitsempfinden .....	24
3.3.3	Vorerkrankungen allgemein .....	24
3.3.4	Augenerkrankungen.....	26
3.3.5	Selbsteinschätzung: Kompensationsmaßnahmen und Auswirkungen	28
3.3.6	Sehtest.....	31
3.4	Auswertung Sehtests .....	32
3.4.1	Dämmerungssehtest.....	32
3.4.2	Visustest.....	35
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>39</b>
4.1	Diskussion der allgemeinen und demografischen Probandendaten .....	39
4.2	Diskussion der allgemeinen Gesundheitsdaten .....	40
4.3	Diskussion der Selbsteinschätzung.....	41

4.4 Diskussion der Vorerkrankungen .....	42
4.4.1 Diskussion Augenerkrankungen .....	45
4.5 Diskussion der Ergebnisse der Dämmerungssehtests .....	48
4.6 Diskussion der Ergebnisse des Visustests .....	51
4.7 Die sehfähigkeitsbezogenen Risiken bei der aktiven Teilnahme am Straßenverkehr .....	53
4.7.1 Useful Field of View (UFOV) .....	54
4.8 Material- und Methodenkritik .....	55
4.8.1 Methodenkritik .....	55
4.8.2 Materialkritik .....	56
4.9 Vergleich verkehrsmedizinischer Daten und Voraussetzungen mit anderen Ländern .....	58
4.10 Kritische Betrachtung der Fahreignung .....	60
<b>5 Ausblick .....</b>	<b>63</b>
<b>6 Zusammenfassung .....</b>	<b>68</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>71</b>
<b>8 Anhang .....</b>	<b>84</b>
8.1 Fragebogen bei der telefonischen Terminvereinbarung .....	85
8.2 Vorabfragebogen zur medizinischen Untersuchung .....	86
8.3 Medizinischer Fragebogen während der Untersuchung .....	90
8.4 Erhebungsbogen Körperliche Untersuchung .....	99
8.5 Weiterführende Tabellen Sehtests .....	105
8.6 Tabellarisch zusammengefasste Übergruppen der genannten Vorerkrankungen	106
8.7 Einverständniserklärung für Probanden .....	107
8.8 Flyer .....	108
8.9 Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) Anlage 6 .....	109
<b>9 Eidesstattliche Versicherung .....</b>	<b>115</b>
<b>10 Danksagung .....</b>	<b>116</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 Landoltring.....	7
Abbildung 2 Rodatest 300/302 (Quelle: Rodatest 300/302, Vistec AG, Werbebroschüre).....	16
Abbildung 3 Mesotest IIb (Quelle: Bedienungsanleitung Mesotest IIb, Oculus Optikgeräte GmbH).....	18
Abbildung 4 Verteilung der Probanden auf die verschiedenen Altersgruppen .....	20
Abbildung 5 Altersverteilung im Mesotest .....	21
Abbildung 6 Altersverteilung im Vergleich Mesotest-Teilnehmer und alle Probanden.....	22
Abbildung 7 Prozentualer Anteil der Raucher .....	23
Abbildung 8 Mittelwerte der Tage/Monat, an denen Alkohol getrunken wird .....	23
Abbildung 9 Verteilung der einzelnen genannten Erkrankungen in Überbegriffen zusammengefasst, m/w in Prozent (Mehrfachnennung möglich, N=270) .....	25
Abbildung 10 Absolute Anzahl und prozentuale Verteilung der Augenerkrankungen m/w ....	27
Abbildung 11 Selbsteinschätzung das Autofahren betreffend: Konsequenzen des zunehmenden Alters verteilt auf Altersgruppen (Mehrfachnennung möglich) .....	28
Abbildung 12 Durch eine Verschlechterung des Sehvermögens hervorgerufene Veränderungen das Autofahren betreffend .....	29
Abbildung 13 Prozentuale Verteilung des letzten Augenarztbesuchs bzw. letzten Sehtests ....	31
Abbildung 14 „Kontraststufe erkannt“ mit und ohne Blendung bezogen auf die Altersgruppen .....	32
Abbildung 15 Prozentualer Anteil an den erkannten Dämmerungssichtstufen jeweils mit und ohne Blendung bezogen auf die Altersgruppen.....	34
Abbildung 16 „Dämmerungssehen bestanden (1 : 23)“ mit und ohne Blendung auf Altersgruppen verteilt.....	34

Abbildung 17 Höchster erreichter Visuswert m/w (in Prozent, beidäugige Testung).....	36
Abbildung 18 Höchster erreichter Visuswert männliche Probanden nach Altersgruppen (in Prozent) .....	37
Abbildung 19 Höchster erreichter Visuswert weibliche Probanden nach Altersgruppen (in Prozent) .....	37

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines und demografische Daten

„Ein 90 Jahre alter Autofahrer hat im Landkreis Northeim einen Verkehrsunfall mit vier Schwerverletzten verursacht. Wie die Polizei am Dienstag mitteilte, hatte der Senior aus dem Oberharz beim Queren der Bundesstraße 248 nahe Echte den Kleinbus eines 75-Jährigen übersehen.“ (Göttinger Tageblatt, 2017). Meldungen wie diese scheinen immer öfter in den Medien aufzutauchen. Ist dies ein reales Abbild der Wirklichkeit oder wird solchen Meldungen mehr Gewicht beigemessen, in Anbetracht der immer wiederkehrenden Debatte über den demografischen Wandel? Die Ursachen hierfür sind oft nicht so einfach zu finden oder schlicht mit dem Alter zu begründen. Ob in der Medizin, der Arbeitswelt oder im Straßenverkehr, überall zeigen sich die Auswirkungen einer alternden Gesellschaft im Rahmen des demografischen Wandels.

Schon länger wird deshalb diskutiert, ob und inwieweit ältere Menschen ein Sicherheitsrisiko für den Straßenverkehr darstellen und mit jeder neuen Schlagzeile flammt die Diskussion erneut auf.

Es wird damit gerechnet, dass sich im Jahr 2030 der Anteil der über 65-Jährigen von 16,7 % bei den Männern und 20 % bei den Frauen im Jahr 2008 auf dann 22,3 % bzw. 29 % erhöht haben wird. Gleichzeitig schrumpft die Bevölkerungsgruppe der 20 - 65-Jährigen und damit der Anteil der Erwerbstätigen von 49,7 % (bei den Frauen) bzw. 61 % (bei den Männern) auf 42,1 % bzw. 54 % (Destatis, 2011). Tatsächlich waren im Jahr 2017 bereits 21,4 % der deutschen Bevölkerung 65 Jahre oder älter; im Vergleich dazu: 1997 lag der Anteil noch bei 15,8 % (Destatis, 2011).

Der oder die durchschnittliche/r Senior/in von Heute leidet unter einer Kombination verschiedener Vorerkrankungen. Addiert man dazu noch die Einnahme mehrerer Medikamente, so kommt man der Realität sehr nah. Betrachtet man die damit einhergehenden möglichen Einschränkungen, so erscheint schon eine dieser altersbedingten Veränderungen Grund genug, eine eingeschränkte Fahreignung anzunehmen.



Demgegenüber steht aber das kontinuierliche Sinken der durch einen Verkehrsunfall Getöteten oder schwer Verletzten in den letzten 20 Jahren (Destatis, Deutscher Verkehrssicherheitsrat, 2019). Dies ist auch auf die älteren Verkehrsteilnehmer übertragbar: Seit 1980 ist die Zahl der im Verkehr verunglückten Senioren zwar gestiegen (um 43,6 %), aber die Zahl der dabei getöteten Senioren deutlich gesunken (um 67,3 %). Unterscheidet man hierbei noch nach der Art der Verkehrsbeteiligung, so entfallen 46 % auf die PKW-Fahrer, der Rest sind Fußgänger, Fahrrad- oder Pedelec-Fahrer. Insgesamt liegt der Anteil der männlichen Senioren sowohl in der Statistik der dadurch verstorbenen PKW-Insassen als auch der verletzten höher als der der Frauen (Destatis, 2019). Seit 1980 ist das bevölkerungsbezogene Risiko der Senioren mit dem PKW in einen Unfall verwickelt zu sein um 29 % gestiegen. Dies ist möglicherweise eine Folge der gestiegenen PKW-Nutzung auch in höherem Alter. Tatsächlich ist aber die Beteiligung der Senioren über 65 Jahren an PKW-Unfällen insgesamt mit 14,2 % niedrig im Gegensatz zu anderen Altersgruppen (Destatis, 2019).

## **1.2 Unfälle des älteren Menschen und mögliche Ursachen**

Statistischen Daten des Bundesministeriums für Verkehr und des Deutschen Verkehrssicherheitsrats aus dem Jahr 2018 zufolge sind die häufigsten Fahrfehler bei Senioren über 65 Jahren, die zu Unfällen mit Personenschaden führen, Missachtung der Vorfahrt, Fehler beim Abbiegen, Rückwärtsfahren, Wenden und Ein- und Ausfahren sowie Abstandhalten. Diese Ursachen entsprechen 14,6 % aller durch die Polizei aufgenommenen Fahrfehler. Gestützt wird diese Information z.B. durch die am häufigsten registrierten Unfallorte, wie Kreuzungen, Parkplätze oder Abbiegespuren (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019; Langford, Koppel, 2006).

Der Personenkilometerstand von 3.214 Mio./Tag im Jahr 2017 verzeichnete insgesamt ein Plus von 18 % im Vergleich zu 2002. Dieses Plus geht zur Hälfte auf den PKW-Verkehr, zu 25 % auf den öffentlichen Personenfernverkehr und zu 25 % auf den öffentlichen Personennahverkehr und das Fahrrad zurück. Während 2002 noch 51 % der Haushalte mit Personen > 65 Jahre kein Auto besaßen, waren dies 2017 nur noch 27 %. Auch die Nutzung des PKW zeigt im Vergleich zwischen 2002 und 2017 bei der älteren Bevölkerung (ab 60 Jahre) eine Zunahme von durchschnittlich 44 % auf 51 % (Nobis et al., 2019).

Ebenso steigend ist der Anteil der Fahrerlaubnisbesitzer unter den über 65-Jährigen im Laufe der letzten Jahre (2002: 8,4 %, 2008: 12,1 %). Erwähnenswert ist, dass der Anteil an älteren Männern in Führerscheinbesitz im Jahr 2017 mittlerer weile genauso groß ist, wie der der jüngeren Männer (Nobis et al., 2019).

Die Fahrleistung nimmt dagegen mit steigendem Alter deutlich ab. Während die tägliche Kilometerleistung bei den 60 - 69-Jährigen noch bei 170 Mrd. PKW-km liegt, sinkt diese schon in der nächsten Altersstufe (70 - 79-Jährige) auf 70 Mrd. PKW-km. Ab dem 80. Lebensjahr sinkt sie sogar auf 16 Mrd. PKW-km (im Vergleich dazu 40 - 49-Jährige: 472 Mrd. PKW-km). Ähnlich wie der Anteil der unfallverursachenden Fahranfängern verhält es sich bei den > 70-Jährigen: Sie sind häufiger Unfallverursacher und auch häufiger Unfallbeteiligte überhaupt, gemessen an ihrem relativen Anteil an der gesamten PKW-Fahrleistung (ADAC, 2010; Li et al., 2003).

In Studien wurde gezeigt, dass die Zahl der Unfälle steigt, je weniger Kilometer gefahren werden, die sogenannte Low Mileage Bias (z.B. Hakamies-Blomqvist et al., 2002). Vergleicht man die Unfallrate verschiedener Altersgruppen ausschließlich im Kontext der gefahrenen Kilometer, so zeigte sich, dass die über 75-Jährigen im Vergleich größtenteils sogar sehr sichere Autofahrer waren. Dies ließ sich allerdings nur bis zu einer kritischen Grenze der jährlichen Fahrleistung von mehr als 3000 km beobachten. Unterhalb dieser Grenze steigt die Unfallrate der Älteren deutlich an (Langford, Methorst et al., 2006). Daten des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft ergaben, dass sich das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko (als Hauptverursacher pro 1 Mio. Kilometer jährlicher PKW-Fahrleistung) von 0,3 bei den 65 - 74-Jährigen auf 0,6 bei den über 75-Jährigen verdoppelt (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2019).

Auffallend ist zudem die Tatsache, dass Senioren mit steigendem Alter zunehmend zum Unfallverursacher werden. Die über 64-Jährigen waren mit 68 %, die über 75-Jährigen sogar mit 76 % als Hauptschuldige beklagt (Destatis, 2019).

### **1.3 Derzeitige Voraussetzungen zum Erlangen der Fahrerlaubnis**

Die aktuellen Voraussetzungen zum Erlangen einer Fahrerlaubnis der Klasse B (PKW) beinhalten neben der geistigen und körperlichen Eignung auch einen Wohnsitz in Deutschland

sowie in der Regel ein Mindestalter von 17 bzw. 18 Jahren. Ein Sehtest, nach DIN 58220 durchgeführt, gehört ebenso zur Voraussetzung wie eine Schulung in Erster-Hilfe. Beides darf bei Beantragung nicht älter als 2 Jahre sein. Nach Anlage 6 FeV 1.1 (siehe Anhang) ist für die Tagessehschärfe ein Visus von 0,7 beidseits vorgeschrieben. Bei Nicht-Bestehen des Sehtests soll eine augenärztliche Vorstellung mit zusätzlicher Kontrolle von Gesichtsfeld, Dämmerungs- oder Kontrastsehen, Blendempfindlichkeit und Diplopie erfolgen. Der Visus darf dann 0,5 beidäugig oder des besseren Auges nicht unterschreiten (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2020, FeV Anlage 6).

#### **1.4 Körperliche Veränderungen im Alter**

Lag die Lebenserwartung eines 1960 geborenen Mädchens noch bei 71,7 Jahren (Jungen: 66,5 Jahre), liegt diese 2016 schon bei 83,3 Jahren (Jungen: 78,3 Jahre, Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, 2018). Die stetig steigende Lebenserwartung und damit zunehmende Alterung der deutschen Bevölkerung stellt nicht nur Wirtschaft und Finanzen vor immer größere Herausforderungen, sondern geht auch mit einer erhöhten Rate an Multimorbidität einher (Marengoni et al., 2011; Violan et al., 2014). Der ältere Mensch vereint in der Regel mehr körperliche Gebrechen auf sich als der jüngere.

Multimorbidität ist regelhaft definiert als das gleichzeitige Vorliegen von 3 oder mehr Erkrankungen, welche nicht zwingend in einem Zusammenhang stehen müssen (DEGAM, 2017). Da die Grenzen von Ein- und Ausschlusskriterien in der Forschungsgemeinschaft noch diskutiert werden, ist bei älteren Menschen von einer Prävalenz zwischen 55 und 98 % auszugehen (Marengoni et al.; 2011, Violan et al., 2014). Spätestens ab dem 65. Lebensjahr steigt der Anteil der Menschen, die mindestens 4 oder 5 gleichzeitig vorliegende Erkrankungen haben, deutlich an: Von knapp über 20 % bei den 50 - 64-Jährigen auf über 30 % bei den 65 - 74-Jährigen auf knapp unter 40 % bei über 75-Jährigen (RKI, 2011). Versicherte der BARMER-Krankenkasse zeigten eine Rate von ca. 75 % der über 80-Jährigen, die 6 oder mehr chronische Erkrankungen hatten (Schubert, Grandt, Lappe, 2018). Die physiologischen Prozesse des zunehmenden Alters erhöhen das Risiko chronischer Erkrankungen (Barnett, Mercer, Norbury, Watt, Wyke, Guthrie, 2012).

Häufige Erkrankungen des älteren Menschen betreffen das muskuloskelettale System, das Herz, den Stoffwechsel, wie Diabetes mellitus und Hyperlipidämie, sowie die Gefäße. Auch die

Demenzen sind mit zunehmendem Alter öfter vertreten (Scheidt-Nave et al.; 2013, Gößwald et al., 2013; Heidemann et al.; 2013, Fuchs et al., 2013; Busch, 2011).

Nicht nur die körperlichen Gebrechen schreiten mit zunehmendem Alter fort, sondern auch Gedächtnis, kognitive Leistungen und Reaktionsvermögen verschlechtern sich und führen damit möglicherweise zu Defiziten bei der Straßenverkehrsteilnahme (Rinkenauer, 2008; Falkenstein, Karthaus, 2017; Hancock, Lesch, Simmons, 2003; Wunsch, Weigelt, Stöckel, 2017)

Multimorbidität ist nicht zwingend auch mit sogenannter Polypharmazie assoziiert, prädestiniert jedoch in hohem Maße hierfür. Polypharmazie wird in der Regel definiert als die dauerhafte Einnahme von 5 oder mehr Medikamenten. Unverträglichkeiten und Nebenwirkungen, deren Interaktionen mit steigender Anzahl an Medikamenten immer unübersichtlicher werden, sind die Folge (DEGAM, 2017; Siegmund-Schultze, 2012). Die Einnahme von 4 oder mehr Medikamenten betrifft schätzungsweise ein Drittel aller chronisch erkrankten Menschen (Siegmund-Schultze, 2012). Untersuchungen, z.B. der Arzneimittelreport der Krankenkassen, haben gezeigt, dass bis zu 20 % der 70 - 99-Jährigen über 13 verschiedene Wirkstoffe einnehmen. Bei 20 - 40 % waren es immerhin noch 1 bis 4 Wirkstoff(e) (Schubert, Grandt, Lappe, 2018). Die PRISCUS-Liste, als Beispiel für eine von vielen Veröffentlichungen zu diesem Thema, benennt deshalb Medikamente mit für ältere Menschen möglicher problematischer Auswirkung (Holt et al., 2010). Dies bezieht sich z.B. auf den veränderten Metabolismus im gealterten Körper: Nachlassen der Ausscheidungs- und Metabolisierungsfunktion in Leber und Niere oder die verminderte Muskelmasse. Hierdurch können Nebenwirkungen häufiger und schwerwiegender auftreten als bei jüngeren Menschen. Trotzdem bekommen ca. 25 % der über 65-Jährigen mindestens eines dieser Medikamente verordnet (Burger et al., 2013). Die Prävalenz der Polypharmazie ist ein altersbedingt zunehmendes Phänomen (Hovstadius et al., 2011).

Laut der Bundesanstalt für Straßenwesen gehen 29 % der medizinisch-psychologischen Untersuchungen (MPU) auf den Gebrauch von Drogen oder Medikamenten im Straßenverkehr zurück (Klipp, 2018).

Weil das Risiko für unerwünschte Wirkungen und Wechselwirkungen mit der Anzahl der Medikamente steigt, stellt sich die Frage, wie groß deren Einfluss auf z.B. das Reaktionsvermögen und andere kognitive Leistungen oder das Sehvermögen und die damit

einhergehende Fahreignung ist. Viele Untersuchungen haben sich bereits mit dieser Thematik beschäftigt und Bewertungen der verschiedenen Medikamente in Bezug auf ihre Einschränkung der Fahreignung vorgenommen (z.B. del Río et al., 2003; DRUID-Project, 2011).

### **1.5 Was sind die physiologischen Alterungsprozesse, die das Auge betreffen?**

Altersbedingt nimmt der Lichteinfall auf die Retina immer mehr ab. Dies geht auf die Engstellung (Miosis) der Pupille sowie die zunehmenden Linseneinlagerungen (erhöhte Dichte) zurück, die den Lichteinfall abschwächen (Owsley et al., 2011 und 1998). Diese Linseneinlagerungen entstehen z.B. durch Proteinmolekülaggregationen, Deaktivierungen enzymatischer Prozesse durch Oxidantien und freie Radikale (Vinson, 2006) und wasserbedingte ödematöse Aufquellung von Epithel- und Faserzellen (Bilharz, 2012).

Die fehlende Elastizität der Linse führt zu Akkomodationsdefiziten, d.h. fehlender Fähigkeit der Naheinstellung. Dieser Prozess beginnt bereits früh, schon etwa ab dem 10. Lebensjahr (Bilharz, 2012). Der fehlenden Elastizität und zunehmenden Verhärtung der Linse liegen mehrere Mechanismen zu Grunde. Unter anderem führen der Verlust von Organellen und damit verbundenen Reparaturmechanismen und der Verlust der Fähigkeit genug Wasser, Nährstoffe und Antioxidantien zu transportieren und zu speichern, zu veränderten Zellreaktionen mit anschließender Schädigung bzw. Veränderung der Linsenproteine. Auch die altersbedingte Zunahme von zuckervermittelten Reaktionen hat einen Anteil an der Veränderung dieser Proteine. Fehlende Formbarkeit und Elastizität mit entsprechenden Problemen bei der Akkomodation sind die Folge (Pescosolido et al., 2016).

Die Versorgung der Fovea, als Zentrum des schärfsten Sehens auf der Retina, die keine eigenen Blutgefäße führt, wird lediglich durch das Pigmentepithel und die Aderhaut gewährleistet. Die altersabhängige Erhöhung des Diffusionswiderstands zwischen Pigmentepithel und Aderhaut (der Bruch'schen Membran) durch Stoffwechselablagerungen führt deshalb zu einer Unterversorgung mit anschließender Gefäßeinsprossung (Neovaskularisation) besonders im Bereich der Fovea (Garweg, 2011).

## 1.6 Definitionen

Sehschärfe- oder die Visusprüfungen werden nach der DIN EN ISO 8596 in der Regel mittels Landoltringen durchgeführt (siehe Abbildung 1). Diese bieten den Vorteil, dass jeder, auch Analphabeten, dieses Zeichen erkennen kann.

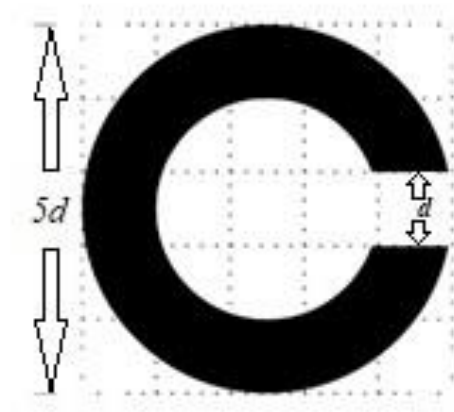


Abbildung 1 Landoltring

Die Sehschärfe ist definiert als der kleinste Winkel, unter welchem zwei auseinanderliegende Punkte gerade noch als getrennt differenziert werden können (eigentlich *anguläre Sehschärfe* genannt). Nimmt man für die Prüfung der Sehschärfe den Landoltring wird die Lückengröße in Bogenminuten gemessen und liefert durch die Bestimmung des Winkels den Wert für die *anguläre Sehschärfe*.

Der Visus wird demgegenüber als Kehrwert der *angulären Sehschärfe*, gemessen in Bogenminuten, angegeben (Lachenmayr et al., 2006).

Das Wahrnehmen von Kontrasten, wie z.B. zwischen Schwarz und Weiß, kann sowohl in Helligkeit als auch bei Dunkelheit erfolgen. Der Kontrast wird dabei (z.B. nach Weber) definiert als Quotient aus den Differenzen zwischen Leuchtdichten von Testzeichen und der Umgebung und der Umfeldleuchtdichte. Als Kontrastschwelle bezeichnet man dabei den minimalen Kontrast, der gerade noch erkannt wird. Die Kontrastempfindlichkeit ist dessen Kehrwert (DOG, 2018). Das *photopische Kontrastsehen* bezeichnet dabei das Wahrnehmen von Kontrasten in ausreichender Helligkeit, während das *skotopische Sehen* in der Dunkelheit stattfindet. Der Übergangsbereich, also das *Dämmerungssehen*, wird als *mesopisches Sehen* bezeichnet und sowohl durch Stäbchen als auch durch Zapfen vermittelt (Freiding, 2010;

Wikipedia, 2020). Der Bereich für das mesopische Sehen liegt zwischen einer Umgebungshelligkeit von 32 bis 0,0032 cd/m<sup>2</sup> (Candela pro Quadratmeter). Im Straßenverkehr finden wir diese Lichtverhältnisse vor allem in der Dämmerung und im Scheinwerferlicht der Kraftfahrzeuge bei Nacht (DOG, 2018). Die entsprechenden Sinneszellen für das photopische Sehen sind die Zapfen, die für das skotopische Sehen die Stäbchen in der Retina (Freiding, 2010).

## **1.7 Augenerkrankungen und ihre Folgen für das Sehvermögen im Alter**

Einige Erkrankungen, die mit fortschreitendem Alter häufiger auftreten, betreffen das Auge und rufen damit auch eine Beeinträchtigung des Sehens hervor. Zu diesen Erkrankungen mit altersbezogen steigender Prävalenz gehören z.B. die altersbedingte Makuladegeneration, die Katarakt, die diabetische Retinopathie und das Glaukom (Buch et al., 2001). Die im Vorkapitel benannten Prozesse liegen diesen Erkrankungen zu Grunde. Sie alle gehören auch zu den häufigsten Ursachen einer Sehbeeinträchtigung (Hyman, 1987). Erhöhte Blendempfindlichkeit bei Katarakt, Gesichtsfeldausfälle bei Glaukom, Abnahme der Sehschärfe bei altersabhängiger Makuladegeneration sind als Beispiele der Auswirkungen von Augenerkrankungen zu nennen (RKI, DESTATIS, 2017). Auch aus den globalen Datenanalysen der WHO geht ähnliches hervor. Insgesamt leiden weltweit 65 Mio. Menschen an einer Katarakt, 6,9 Mio. an einem Glaukom und ca. 95 Mio. an einer diabetischen Retinopathie (Lee, et al., 2015; WHO, 2010). 65 % der Sehbehinderten und 82 % der Erblindeten weltweit sind 50 Jahre oder älter (WHO, 2010). Die altersabhängige Makuladegeneration beispielweise ist die häufigste Ursache einer Erblindung im höheren Alter (Buch et al., 2004) und in Europa Erblindungsursache Nr. 1 (Colijn et al., 2017). Vor allem in den Industrieländern ist die diabetische Retinopathie allerdings eine häufige Ursache einer Erblindung im noch arbeitsfähigen Alter (Raum et al., 2015). Insgesamt 52 % aller blinden oder sehbehinderten Deutschen sind 75 Jahre oder älter (RKI, DESTATIS 2017).

Die Sehschärfe an sich, als ein Teil des Sehvermögens, ist häufig schon deutlich früher beeinträchtigt. Signifikante Einschränkungen sind schon ab einem Alter von 44 Jahren zu bemerken und nehmen mit steigendem Alter immer mehr zu (Sjöstrand et al., 2011).

Die Katarakt, zum Beispiel, birgt allerdings nicht nur das Risiko einer Verschlechterung der Sehschärfe sondern auch einer Zunahme der Blendempfindlichkeit mit gleichzeitiger Abnahme

von Kontrastsehvermögen (Elliott, Gilchrist, Whitaker, 1989). Ähnlich verhält es sich bei der altersbedingten Makuladegeneration. Je weiter diese fortgeschritten ist, erkennbar durch Anzahl der retinalen Drusen, Hyper-/Hypopigmentierungen, Neovaskularisationen oder eine Abhebung der Bruch'schen Membran, desto mehr nimmt das Kontrastsehvermögen ab (Kleiner, Enger, Alexander et al., 1988; Kirchhof, 2010).

Vergleicht man das Kontrastsehvermögen älterer mit jüngeren Menschen so nimmt dieses im Alter deutlich ab (Ross et al., 1985). Die Blendempfindlichkeit nimmt im Alter dagegen deutlich zu (van Rijn et al., 2011).

## **1.8 Sehvermögen und Fahren**

Allgemeine Erfassungen der altersbezogenen Sehleistung, z.B. im Rahmen der „The Beaver Dam Eye Study“ (u.a. Klein et al, 1991) liegen zwar vor, aber sind diese Daten auch auf die aktiven älteren Straßenverkehrsteilnehmer, insbesondere Autofahrer, übertragbar? Eine Studie aus dem Jahr 2011 konnte auch für die Gruppe der aktiven Fahrer eine mit zunehmendem Alter vermehrte Beeinträchtigung der Sehschärfe nachweisen (van Rijn et al., 2011). Eine Makuladegeneration beispielsweise führt zu einem annähernd vollständigen Verlust der zentralen Sehschärfe. Die Katarakt, als häufigste Augenerkrankung, hat massive Auswirkungen auf die Blendempfindlichkeit und das Kontrast-/Dämmerungssehen. Bedingt ist dies durch eine physiologische Veränderung der brechenden Medien, Linse, Glaskörper und Hornhaut, mit einhergehender Zunahme der Streulichtentwicklung und Herabsetzung der Kontrastwahrnehmung (Lachenmayr, 2003).

## **1.9 Sehvermögen und Unfälle**

„Der Anteil von Unfällen, der durch schlechtes Sehvermögen hervorgerufen wird, liegt vermutlich in der gleichen Größenordnung wie der Anteil der Unfälle, der durch Alkoholeinfluss verursacht wird (...).“ (Lachenmayr, 2003). Klare Blutalkoholgrenzwerte sind bereits für das Fahren definiert, rechtlich bindend und bei Zuwiderhandlung strafrechtlich verfolgbar (Kraftfahrt-Bundesamt, 2014). Wie oben schon beschrieben, ist es notwendig einen aktuellen Sehtest mit eingehaltenen Grenzwerten für das Erlangen des gängigen PKW-Führerscheins einzureichen (Klasse A und B). Verpflichtende Kontrollen alle 5 Jahre, die u.a.



das Überprüfen von Dämmerungs- und Kontrastsehen, sowie Sehschärfe und des Gesichtsfelds beinhalten, gibt es allerdings ausschließlich für die Führerscheinklassen C und D (Bus und LKW). Diese Kontrollen werden unabhängig vom Alter alle 5 Jahre fortgesetzt, solange der Führerscheininhaber den weiteren Erhalt beantragt. Werden die Anforderungen nicht erfüllt, wird diese Fahrerlaubnis entzogen (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2020).

In der Fachliteratur findet man nur wenige aussagekräftige Studien, die sich mit dem Thema der Auswirkungen von (altersbedingten) Sehstörungen auf die Unfallrate beschäftigen.

Schon 1970 postulierten Aulhorn und Harms in einer Meilensteinuntersuchung zur Nachtfahreignung von Kraftfahrern mit über 2200 Teilnehmern die Möglichkeit einer verpflichtenden Sehtestung älterer Kraftfahrer in Anbetracht des zunehmenden Auftretens von Augenerkrankungen im Alter. Im Rahmen dieser 1970 veröffentlichten Arbeit stellte sich, nach der Definition von Grenzwerten, heraus, dass ca. 35 % der 70 - 79-Jährigen nicht die Mindestanforderungen an das Dämmerungssehvermögen erreichten (Aulhorn, Harms, 1970). Die Grenzwerte wurden allerdings ohne eine Korrelation mit Unfällen oder Personen- und Sachschäden festgelegt. Zu ähnlichen Ergebnissen, berücksichtigt man die damals festgelegten Grenzwerte, kamen auch spätere Untersuchungen: 40 % der untersuchten über 60-Jährigen wurde eine Nachtfahreignung abgesprochen (Scharwey et al., 1998)

1998 fanden Lachenmayr et al. einen signifikanten Zusammenhang von Blendempfindlichkeit, reduziertem Dämmerungssehen und einer erhöhten Rate an Unfällen bei Nacht.

Ein direkter Zusammenhang wurde hierzu zwar nicht untersucht, allerdings wurde ebenfalls bestätigt, dass die Zeit für eine Dunkeladaptation des Auges mit dem Alter deutlich zunimmt (Jackson et al., 1999).

Allgemeine Einigkeit in der Literatur herrscht jedoch, wenn es um die Zunahme der Augenerkrankungen im Alter und damit einhergehender Einbußen der Sehfähigkeiten geht (Lachenmayr, 1989; Aulhorn und Harms, 1970; Jackson et al., 1999, etc.).

Fasst man alle Beeinträchtigungen des Sehvermögens bei Autofahrern zusammen, so besteht, im Gegensatz zu einem unbeeinträchtigten Sehvermögen, ein um 9 % erhöhtes Unfallrisiko, (Vaa, 2003).

Sehvermögen ist nicht gleich Sehvermögen, sondern lässt sich z.B. aufteilen in das Erkennen von Formen, Farben oder Bewegungen (Seiler et al., 2003). Einige messbare, unter dem Sehvermögen zusammengefasste Parameter, sind z.B. der Visus oder die Sehschärfe, das periphere Sehen, d.h. das Gesichtsfeld, das Kontrastsehen oder Dämmerungsehen, das Farbsehen und das Stereosehen (DOG, 2018).

### **1.10 Gegenstand dieser Arbeit**

In Anbetracht des demografischen Wandels und der damit einhergehenden Morbiditäten einer alternden Bevölkerung stellt sich die Frage, ob und in wie weit diese altersbedingten Veränderungen einen Einfluss auf das Fahrverhalten und die Unfallhäufigkeit im aktiven Straßenverkehr haben. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob die Möglichkeit einer Durchführung von Sehtests bei über 65-Jährigen aktiven Autofahrern zu einer Verringerung der Unfälle im Straßenverkehr beitragen kann, was im Literaturvergleich überprüft werden soll. Im Rahmen dieser Dissertation werden mehrere Sehtests, welche mit einer repräsentativen Stichprobe älterer Menschen durchgeführt wurden, ausgewertet und mit Ergebnissen aus der Literatur verglichen.

Ziel dieser Arbeit ist es, das Für und Wider verpflichtender Sehtests abzuwägen, geeignete Methoden zu evaluieren und im literarischen Zusammenhang zu interpretieren.

Der Trend zu einer weiter alternden Bevölkerung wird sich den epidemiologischen Berechnungen zufolge in absehbarer Zeit nicht umdrehen und bleibt damit weiterhin hochaktuell.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Studiendesign**

Im Rahmen der durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) in Auftrag gegebenen Studie aus dem Jahr 2013 zur Erfassung von medizinischen und psychologischen Einflussfaktoren, und deren Interaktion, auf die Automobilität von Senioren über 65 Jahren (Titel: „Das Zusammenwirken psychologischer und medizinischer Einflussfaktoren auf das Unfallrisiko und Mobilitätsverhalten älterer Fahrer (ELFI)“, BASt-Projekt FE82.348/2008), beschäftigt sich diese Arbeit ausschließlich mit einigen ausgewählten medizinischen Daten. Im Rahmen der Studie, aber auch über die vereinbarten Untersuchungen hinaus, wurden zahlreiche medizinische Daten erhoben. Diese fanden aber nur teilweise Eingang in die Auswertung und Niederschrift der Ergebnisse im Rahmen der o.g. Veröffentlichung, an der ich, die Verfasserin dieser Arbeit, auch als Ko-Autorin mitgewirkt habe. In Zusammenarbeit mit dem Institut für angewandte Psychologie, Mensch, Verkehr, Umwelt, in München, welches die verkehrspsychologischen Daten der Probanden erfasste, wurden am Institut für Rechtsmedizin der Universität München insgesamt 270 Probanden untersucht. Einer der im Rahmen dieser Dissertation ausgewerteten Sehtests (Mesotest IIb), wurde dabei nur an einer Teilgruppe N=80 durchgeführt (siehe unten). Weiterführende Ergebnisse, Abbildungen und Tabellen sowie die verkehrspsychologische Auswertung finden sich in der o.g. Publikation.

Bei den Untersuchungen handelt es sich um eine rein deskriptive Erhebung des momentanen Zustandes der Probanden (Querschnittstudie).

### **2.2 Probandenzusammensetzung und -rekrutierung**

Um die Repräsentativität einer Studie gewährleisten zu können, gehört es dazu, dass die Probandenstichprobe ein möglichst genaues Abbild der altersentsprechenden Allgemeinbevölkerung darstellt. Um dies gewährleisten zu können wurden die Probanden über verschiedene Kanäle rekrutiert. Zum einen erschienen zwei Artikel in der Süddeutschen Zeitung, der erste im September 2011 und der zweite im Dezember 2011, in denen von der Studie berichtet und die Möglichkeit aufgezeigt wurde, sich selbst anzumelden. Zum anderen wurden mehrere Seniorenzentren, Seniorentreffs in Kirchen, Krankenhäuser und Altersheimen

mit Flyern ausgestattet. Außerdem erschien ein Inserat im Lokalblatt „Hallo München“. Darüber hinaus warb auch die Polizei bei verschiedenen Informationsveranstaltungen für Senioren am Steuer für die Teilnahme an der Studie. Die Probanden meldeten sich selbstständig telefonisch an. Ein kurzes telefonisches Interview klärte vorab, ob eine Teilnahme anhand der Einschlusskriterien möglich war (siehe Anhang). Nur aktive Autofahrerinnen und -fahrer über 65 Jahren konnten eingeschlossen werden. In diesem Interview wurden persönliche Daten inklusive der Adresse erfragt, sodass vorab schon eine Informationsschrift, eine Datenschutzvereinbarung und ein medizinischer Fragebogen (siehe Anhang) zugeschickt werden konnten. Alles sollte dann zum Untersuchungstermin mitgebracht werden. Kurz vor dem Termin wurden die Probanden dann erneut telefonisch an den Termin erinnert.

Bereits in der Vorbereitungsphase wurde durch die Ethikkommission der LMU ein Votum eingeholt.

Die Anzahl der Teilnehmer wurde auf 270 Probanden begrenzt. Diese waren alle zwischen 65 und 92 Jahren alt.

### **2.3 Zeitlicher Rahmen der Untersuchungen**

Es fanden an vier Tagen in der Woche jeweils zwei Untersuchungen vormittags und zwei am Nachmittag statt. Der zeitliche Aufwand der gesamten Untersuchung betrug pro Proband in etwa drei Stunden. Es wurden täglich vier Probanden untersucht. Wie oben beschrieben, war dies nur möglich, weil die Probanden zeitversetzt medizinisch (Untersuchungen durchgeführt von mir) und verkehrspsychologisch (Untersuchungen durchgeführt von Mitarbeitern des Instituts für angewandte Psychologie, Mensch, Verkehr, Umwelt) untersucht werden konnten. Zeitliche Anpassungen je nach Abschneiden der Probanden wurden individuell vorgenommen.

Die Untersuchungen fanden von Anfang November 2011 bis Mitte März 2012 statt.

### **2.4 Durchführung der Untersuchung**

Jeweils morgens oder nachmittags erschienen zwei der einbestellten Probanden fast ausschließlich pünktlich zu ihrem Termin. Einer der Beiden begann mit der medizinischen Untersuchung, der andere mit dem verkehrspsychologischen Teil.

Die medizinische Untersuchung gliederte sich in drei größere Teile: Die Anamneseerhebung, die körperliche Untersuchung und die Sehtests.

Zu Anfang wurde zusammen mit dem Probanden ein Anamnesebogen am Computer ausgefüllt (siehe Anhang). Ein Schwerpunkt bei dieser Befragung lag besonders auf den Vorerkrankungen und der Selbsteinschätzung. Anschließend ging es mit der ausführlichen körperlichen Untersuchung weiter (Dokumentationsbogen siehe Anhang). Ziel war es, ein möglichst umfassendes Bild des körperlichen Zustandes des Probanden zu erlangen. Es folgten eine Erhebung der Vitalparameter mit Auskultation von Herz und Lunge, eine Inspektion des gesamten Körpers, ein orientierender neurologischer Status und eine Vermessung des Bewegungsausmaßes aller wichtigen Gelenke, auch der Wirbelsäule (siehe Anhang). Um sich auch über den geistigen Zustand des Probanden ein besseres Bild machen zu können, wurde ein Mini-Mental-State-Test durchgeführt. Die Epworth-Schläfrigkeitsskala zeigt an, ob eine erhöhte Tagesmüdigkeit und damit auch eine erhöhte Gefährdung im Straßenverkehr vorliegt.

Zuletzt wurde das Sehvermögen des Probanden getestet. Fernsicht und Dämmerungssehvermögen wurden reproduzierbar erhoben (Gerätebeschreibung siehe 2.5). Begonnen wurde mit der Testung der Fernsicht am Rodatest 302. Die Probanden wurden angewiesen mit eigener Brille die jeweils dargebotenen, immer kleiner werdenden Landoltringe mit entsprechend gerichteter Öffnung zu benennen. Wurden 3 von 5 Ringen richtig erkannt, so galt die Visusstufe als bestanden und es wurde zur nächst kleineren übergegangen.

Nach der Prüfung des Fernvisus wurde das Dämmerungssehvermögen getestet. Hierfür war zunächst eine Dunkeladaptationszeit von 5 Minuten vorgesehen. Hierzu sollte der Proband seine Augenregion inklusive der eigenen Sehhilfe in der entsprechenden Einblickmuschel des verwendeten Mesotest Iib unterbringen. Möglich war auch das Augenschließen während dieser „Ruhephase“. Die Probanden wurden darauf hingewiesen, während dieser Zeit nicht vom Gerät abzurücken. War dies der Fall und wurde bemerkt, begannen neue 5 Minuten zu zählen. Nach der anzunehmenden Adaptation wurden die unterschiedlichen Kontraststufen in abnehmender Reihenfolge zunächst ohne Blendung und dann mit Blendung (kleine Lampe frontal gegenüber den Augen in der Einblickmuschel) dargeboten. Auch hier galt es mindestens 3 von 5 dargebotenen Landoltringen richtig zu erkennen.

Im Anschluss an den letzten Teil folgte für den Probanden die verkehrspsychologischen Untersuchungen. Diese beinhaltete auch ein ausführliches Interview bezüglich der sozialen

Situation und der Mobilität im Alltag sowie im Anschluss daran eine Testbatterie (ART-2020). Durch die standardisiert ablaufenden Tests bietet sich die Möglichkeit, die Testergebnisse der Probanden z.B. in Form von Prozenträngen mit einer Normstichprobe in Vergleich zusetzen. Untersucht wurden die Belastbarkeit, Orientierung, Aufmerksamkeit, Konzentration und Reaktionsfähigkeit der Probanden.

Nach beiden Untersuchungsteilen bekam der Proband eine persönliche Rückmeldung über seine Stärken und Schwächen. Die Rückmeldung fiel, je nach Abschneiden des Probanden, mehr oder weniger ausführlich aus. Gab es nichts auszusetzen so wurde dies kurz und knapp mit dem Probanden besprochen, zeigten sich allerdings Defizite, ob im verkehrspsychologischen Teil oder in der medizinischen Untersuchung, so wurden die Probleme ausführlich erörtert, Lösungsvorschläge gegeben oder Empfehlungen für das weitere Fahrverhalten besprochen.

Zur rechtlichen Absicherung wurde der Proband vor Beginn der Untersuchung gebeten, eine Einverständniserklärung über die Erhebung und Weiterverwendung seiner Daten in pseudonymisierter Form im Rahmen der klinischen Studie zu unterschreiben. Weitere Informationen zum Ziel der Studie, dem eigenen Nutzen sowie dem jederzeit möglichen Rücktritt bei freiwilliger Teilnahme wurden ebenfalls mitgeteilt. Am Schluss wurde der Proband/die Probandin ebenfalls gebeten, schriftlich und mit seiner Unterschrift anzuerkennen, dass die Rückmeldung keine rechtliche Verbindlichkeit besitzt und nur für ihn/sie persönlich als Leitfaden gedacht ist. Bei aufgefundenen Defiziten oder Schwächen, die das Fahrverhalten des Probanden einschränken können, bestätigte der Proband seine Kenntnisnahme dieser noch einmal getrennt mit seiner Unterschrift. Damit war die Untersuchung beendet und die Probanden konnten gehen. Mit einer sehr kleinen Teilstichprobe von nur 30 der 270 Probanden erfolgten zu einem späteren Zeitpunkt noch Fahrverhaltensbeobachtungen im realen Straßenverkehr. Diese wurden durch die Kollegen des Instituts für angewandte Psychologie, Mensch, Verkehr, Umwelt durchgeführt und ausgewertet und können in der BAST-Publikation nachgelesen werden.

## **2.5 Beschreibung der verwendeten Geräte**

### **2.5.1 Rodatest 302 (N=270)**

Für die Testung des Fernvisus und des Kontrastsehvermögens wurde der Rodatest 302 der Firma Rodenstock verwendet. Für die Messung des Fernvisus wurden entsprechend der Gerätevorgaben, bei Visusstufe 0,32 vier und fünf Landoltringe bei den übrigen Visusstufen von 0,7 und 1,0 verwendet. Erkannte der Proband mindestens drei der Ringe, so war diese Stufe bestanden. Die Prüfdistanz war unendlich. Es wurde zunächst beidseits monokular und dann binokular mit eigener Brille getestet. Der Test wurde anhand der FeV, vom 13.12.2010 / Anlage 6, sowie nach DIN 58220-6 bzw. ISO 8596 (Straßenverkehrsbezogener Sehtest) in den Prüfbedingungen sowie der Durchführung geregelt. Der Dokumentations- und Auswertungsbogen dieser Untersuchung ist im Anhang zu finden.



**Abbildung 2 Rodatest 300/302 (Quelle: Rodatest 300/302, Vistec AG, Werbebroschüre)**

### **2.5.2 Mesotest IIb (N=80)**

Das Dämmerungssehvermögen wurde am Mesotest IIb der Firma Oculus Optikgeräte GmbH getestet.

Die Untersuchung war in zwei Teile gegliedert: der Test ohne Blendung und mit Blendung. Die Umfeldleuchtdichte ohne Blendung beträgt  $0,032 \text{ cd/m}^2$  (Candela pro Quadratmeter), mit Blendung liegt sie bei  $0,10 \text{ cd/m}^2$ . Auch bei diesem Test wurden dem Probanden fünf Landoltringe, nach DIN 58220-T1, in jeder Stufe angeboten, von denen er zum Bestehen dieser Stufe mindestens drei erkennen musste. 6 Positionen der Landoltringe waren verfügbar und in der Reihenfolge frei wählbar. Der Visus ist für alle Untersuchungsbereiche 0,1. Insgesamt wird zwischen vier Stufen unterschieden, die jeweils durchgehend hintereinander erst ohne und danach mit Blendung dargeboten werden. Die Dunkeladaptationszeit betrug 5 Minuten (Gesicht mit entsprechender eigener Sehhilfe vollständig in der Einblickmuschel versenkt). Die Kontraststufen sind folgende:

- 1 : 23 (höchster Kontrast)
- 1 : 5
- 1 : 2,7
- 1 : 2 (niedrigster Kontrast)

Das Verhältnis der beiden Zahlen entspricht dem Verhältnis der Leuchtdichte des Landoltringes zur Leuchtdichte des Umfeldes.

Die Blendung wird durch eine Leuchtdiode der Stärke  $0,35 \text{ Lux}$  in der Pupillenebene erzeugt, wobei die Blendung ein bei Nacht entgegenkommendes Fahrzeug mit abgeblendetem Licht simulieren soll (Gebrauchsanleitung Mesotest IIb).





**Abbildung 3 Mesotest IIB (Quelle: Bedienungsanleitung Mesotest IIB, Oculus Optikgeräte GmbH)**

Auch dieser Sehtest wurde mit der jeweils zum Autofahren verwendeten Sehhilfe durchgeführt.

Zur Vorbereitung musste sich jeder Proband fünf Minuten an die Dunkelheit adaptieren und anschließend ohne Verzögerung mit dem Dämmerungsschtest ohne Blendung beginnen. Darauf folgte der Test mit Blendung. Beide Augen wurden gleichzeitig getestet. Ausgewertet wurde nach Beurteilungskriterien der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (DOG) zur Nachtfahreignung. Führerscheinbesitzer der Klassen A, A1, B, BE, M, L und T sollten die Kontraststufe 1:23 (also der stärkste Kontrast) jeweils mit und ohne Blendung erkennen um den Test zu bestehen. Andere Führerscheinklassen waren für die Studie nicht relevant. Die erweiterten Bewertungskriterien finden sich im Ergebnisteil bzw. der Diskussion.

Da der Mesotest erst zum Ende der Untersuchungsperiode zur Verfügung stand, wurden die hiermit erhobenen Untersuchungen nur an insgesamt 80 Probanden durchgeführt. Eine weitere Selektion, z.B. nach Alter oder Geschlecht, konnte aufgrund der dann bereits feststehenden Termine nicht mehr vorgenommen werden.

## **2.6 Erhebung der Daten**

Drei vor der Erhebungsphase entwickelte Fragebögen (siehe Anhang), die, teilweise zusammen mit dem Probanden, direkt am Computer ausgefüllt wurden, stellten das zentrale Datenerhebungsinstrument dar. Die Fragebögen wurden mit dem GrafStat-Programm erstellt. Dieses Programm hat den großen Vorteil, dass die ausgefüllten Fragebögen zu Auswertungszwecken direkt in das Statistikprogramm SPSS (IBM SPSS Statistics 20) importiert oder im Excel-Dateiformat (Microsoft Office Excel 2010) gespeichert werden konnten.

## **2.7 Statistische Auswertung**

Die Auswertung wurde mit SPSS (IBM SPSS Statistics 20) durchgeführt. Aus ästhetischen Gründen wurde für die Grafiken und Tabellen Microsoft Office Excel 2010 genutzt. Die Darstellung und Niederschrift der Daten erfolgte mit Microsoft Office Word 2010.

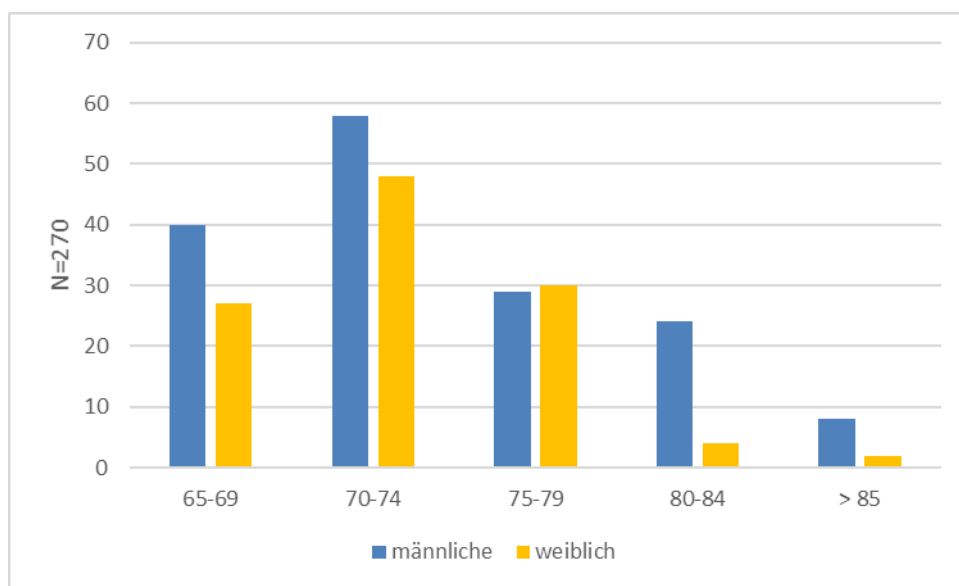
Einfache Häufigkeiten verschiedener Variablen wurden mit Hilfe der Kreuztabellenfunktion oder über die einfache Häufigkeitsanalyse errechnet. Unterschiede zwischen zwei Gruppen wurden, soweit normalverteilt (überprüft mittels Kolmogorov-Smirnov-Test), mit dem T-Test für unabhängige Stichproben ermittelt. Mittelwertvergleiche zwischen mehr als zwei Gruppen wurden mit LSD (Least Significant Difference, Fisher) oder Bonferroni für angenommene Varianzgleichheit errechnet. Die Pearson-Korrelationen (für mindestens intervallskalierte Variablen) und die Spearman-Korrelation (für Rangkorrelationen) wurden für die Darstellung des Zusammenhangs zwischen zwei Variablen verwendet. Mit dem Chi<sup>2</sup>-Test wurde auf statistisch signifikante Unterschiede bzw. Zusammenhänge zwischen Gruppen mit mehr als zwei Variablen getestet. Das Signifikanzniveau war mit  $p \leq 0,05$  bzw.  $\leq 0,01$  definiert.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Allgemeine Probandendaten

Die Stichprobe setzte sich aus 270 freiwilligen Probanden zusammen, davon waren 111 weiblich (41,2 %) und 159 (58,8 %) männlich.

Die Probanden waren zwischen 65 und 92 Jahren alt. Auf Grund der besseren Übersichtlichkeit und Auswertungsmöglichkeiten, wurden die Probanden in Altersgruppen zusammengefasst.

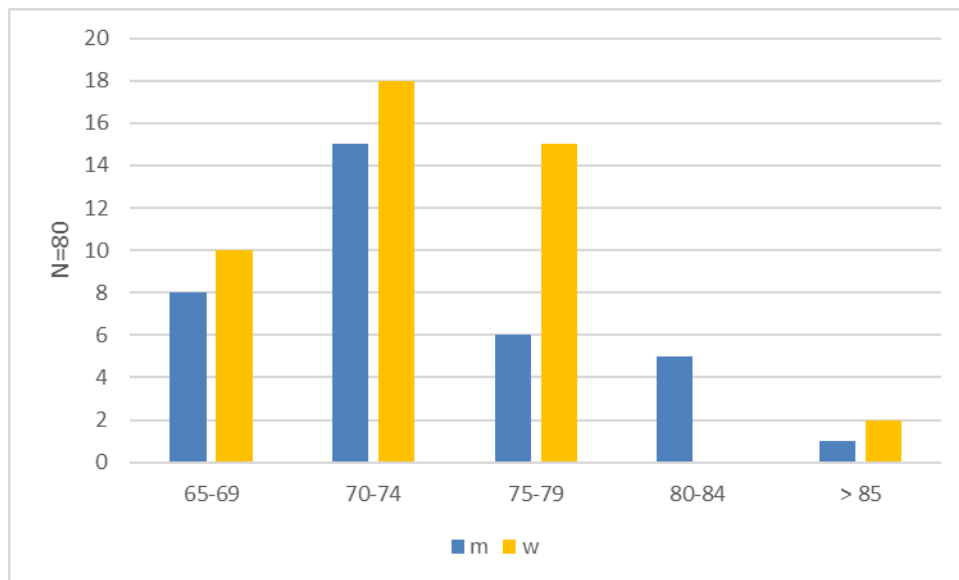


**Abbildung 4** Verteilung der Probanden auf die verschiedenen Altersgruppen

Die Verteilung der Probanden in den verschiedenen Altersgruppen kann Abbildung 4 entnommen werden. Der größte Teil der Probanden war zwischen 65 und 79 Jahren alt (insgesamt 86 % der Probanden), wobei in der Altersstufe 70 - 74 Jahre die meisten Probanden zu finden sind. Deutliche Unterschiede im Verhältnis Mann zu Frau finden sich nur in den Altersgruppen der über 80-Jährigen.

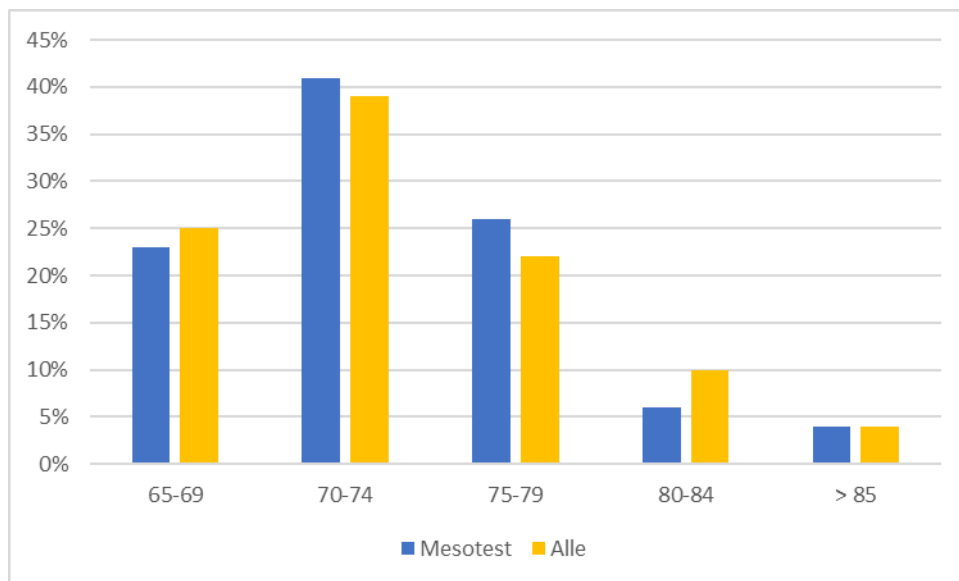
### 3.2 Allgemeine Probandendaten am Mesotest

Die Untersuchungen am Mesotest wurden mit nur insgesamt 80 der 270 Probanden durchgeführt. Von diesen waren 45 Frauen (56,3 %) und 35 Männer (43,7 %).



**Abbildung 5 Altersverteilung im Mesotest**

Das Durchschnittsalter dieses Probandenkollektives lag bei 73,15 Jahren, bei Männern und Frauen nur unwesentlich verschieden. Der jüngste dieser Probanden war 65, der älteste 85 Jahre alt. Abbildung 5 zeigt die Altersverteilung dieser 80 Probanden. Insgesamt entspricht das Durchschnittsalter der 80 Probanden dem in der Gesamtgruppe (Abbildung 6). Die beiden Grafiken verdeutlichen sowohl die Altersverteilung innerhalb der Teilgruppe als auch im Vergleich mit der Gesamtgruppe (prozentual).

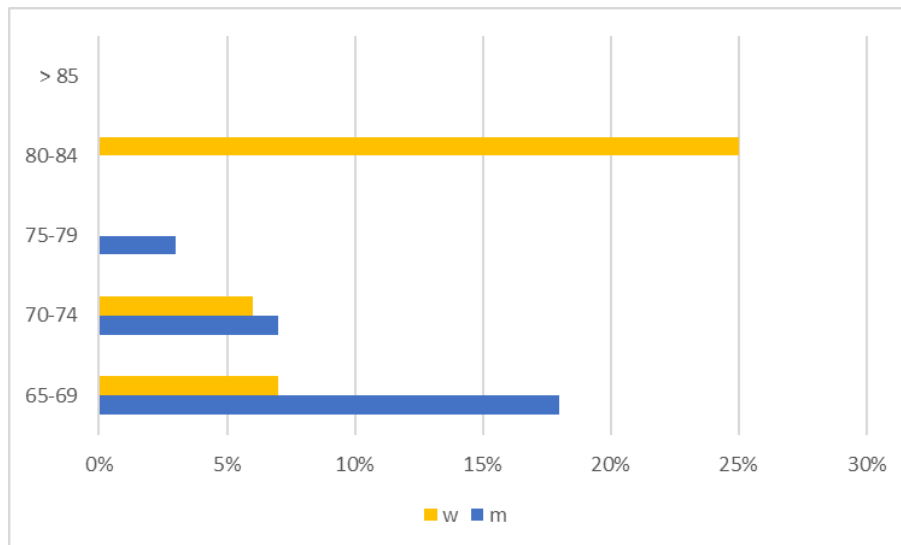


**Abbildung 6 Altersverteilung im Vergleich Mesotest-Teilnehmer und alle Probanden**

### **3.3 Auswertung Fragebogen**

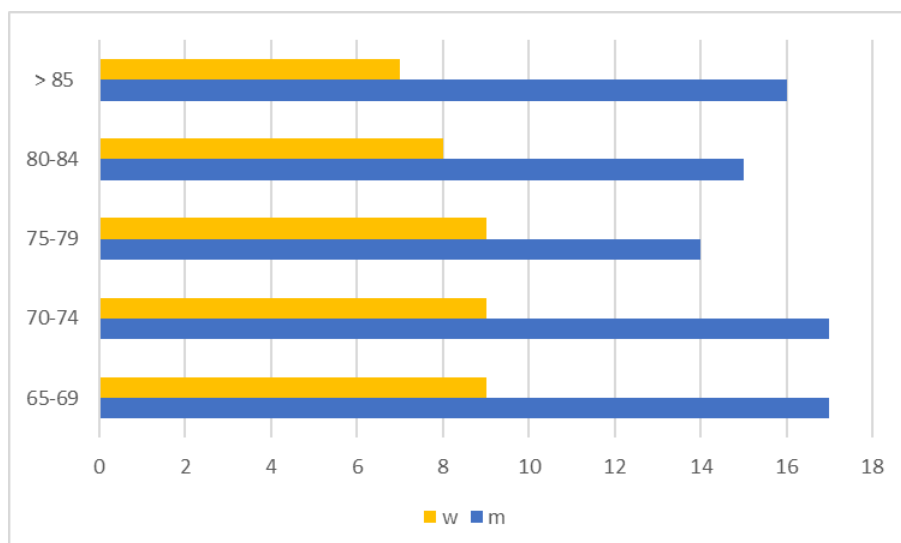
#### **3.3.1 Allgemeines**

Um ein umfassendes Bild des Probanden zeichnen zu können, wurden das Gewicht und die Größe erfasst, um später den BMI (Body-Mass-Index) berechnen zu können. Der durchschnittliche BMI (Body-Mass-Index) der in die ELFI-Studie eingeschlossenen Frauen lag bei 24,8, der der Männer bei 26,1. Zusätzlich wurde im Fragebogen erfragt, ob zum aktuellen Zeitpunkt geraucht wird. Der Abbildung 7 kann man den prozentualen Anteil (jeweils bezogen auf das Geschlecht und die Altersgruppe) derer entnehmen, die aktuell rauchen. In keiner der Altersgruppen finden sich mehr als 25 % Raucher. Insgesamt gaben nur 12 Männer und 6 Frauen überhaupt an, aktuell zu rauchen. Dies entspricht 7 % der gesamten Stichprobe. Die Altersgruppe der 84-Jährigen zeigt hier mit 1 von insgesamt nur 4 weiblichen Probanden die höchste Rate. Die Anzahl der Zigaretten pro Tag variierte von 1 bis 40 Stück.



**Abbildung 7 Prozentualer Anteil der Raucher**

Darüber hinaus wurde erfragt ob und an wieviel Tagen im Monat Alkohol getrunken wird. Abbildung 8 kann man die in den Altersgruppen gemittelten Tage, an denen Alkohol konsumiert wird, entnehmen. Durchschnittlich wird an 13,2 Tagen im Monat Alkohol getrunken. 78 Probanden, fast 30 %, gaben an, täglich Alkohol zu trinken. Dies betrifft 38 % der Männer und 17 % der Frauen. Dieser Unterschied ist signifikant ( $\chi^2 p < ,01$ ). Die Konsumtage von Alkohol verändern sich nicht mit zunehmendem Alter (Korrelation nach Pearson nicht signifikant). Die Art des konsumierten Alkohols variierte von Bier über Wein bis zu Sekt oder Schnaps. Die Menge des getrunkenen Alkohols wurde hierbei nicht erfragt.



**Abbildung 8 Mittelwerte der Tage/Monat, an denen Alkohol getrunken wird**

### **3.3.2 Persönliches Gesundheitsempfinden**

57 % der im Rahmen der ELFI-Studie befragten Personen beschrieben ihren Gesundheitszustand mit "gut", wobei die Verteilung zwischen Männern und Frauen annähernd gleich war (56,6 % der Männer bzw. 57 % der Frauen). 41,1 % der Befragten schätzten ihren Gesundheitszustand mit "eher gut" ein, wobei sich auch hier eine homogene Verteilung zwischen männlichen (42,1 %) und weiblichen (39,6 %) Probanden zeigte. Die übrigen Probanden (knapp 2 %) bewerteten sich mit "eher schlecht".

Um die Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit detaillierter beschreiben zu können, wurden die Probanden außerdem gefragt, wie sie ihre Beweglichkeit zum aktuellen Zeitpunkt einstufen würden. Auch hier zeigte sich eine positive Tendenz: 61,2 % der Frauen und 53,4 % der Männer, insgesamt 56,6 % der Befragten, schätzten ihre Beweglichkeit als gut ein. 35,1 % der Probanden gaben sich ein "eher gut" und nur gut 8 % ein "eher schlecht".

Bei der Bitte ihre geistige Leistungsfähigkeit zum aktuellen Zeitpunkt einzustufen, zeigte sich ein ähnliches Bild. 61,1 % der Probanden, 65,4 % der männlichen und 55 % der weiblichen, gaben sich ein "gut". Etwas mehr Frauen (41,4 %) als Männer (30,8 %) stuften sich als "eher gut" ein. Der Rest von knapp 4 % verteilte sich auf "eher schlecht" und "schlecht".

Als sich die Probanden bezüglich ihrer Gesundheit mit anderen Menschen ihres Alters vergleichen sollten zeigte sich, dass auch hier eher positiv bewertet wurde. Allerdings fällt auf, dass nur 53,1 % der Frauen aussagten, es gehe ihnen besser als anderen Menschen ihres Alters und 45 % hielten ihren Gesundheitszustand für vergleichbar mit dem von Gleichaltrigen, während es bei den Männern schon 67 % waren, die sich besser und nur 33 %, die sich gleich fühlten. Ein verschwindend geringer Prozentsatz von knapp 1 % aller Probanden gab an sich schlechter zu fühlen als Altersgenossen.

### **3.3.3 Vorerkrankungen allgemein**

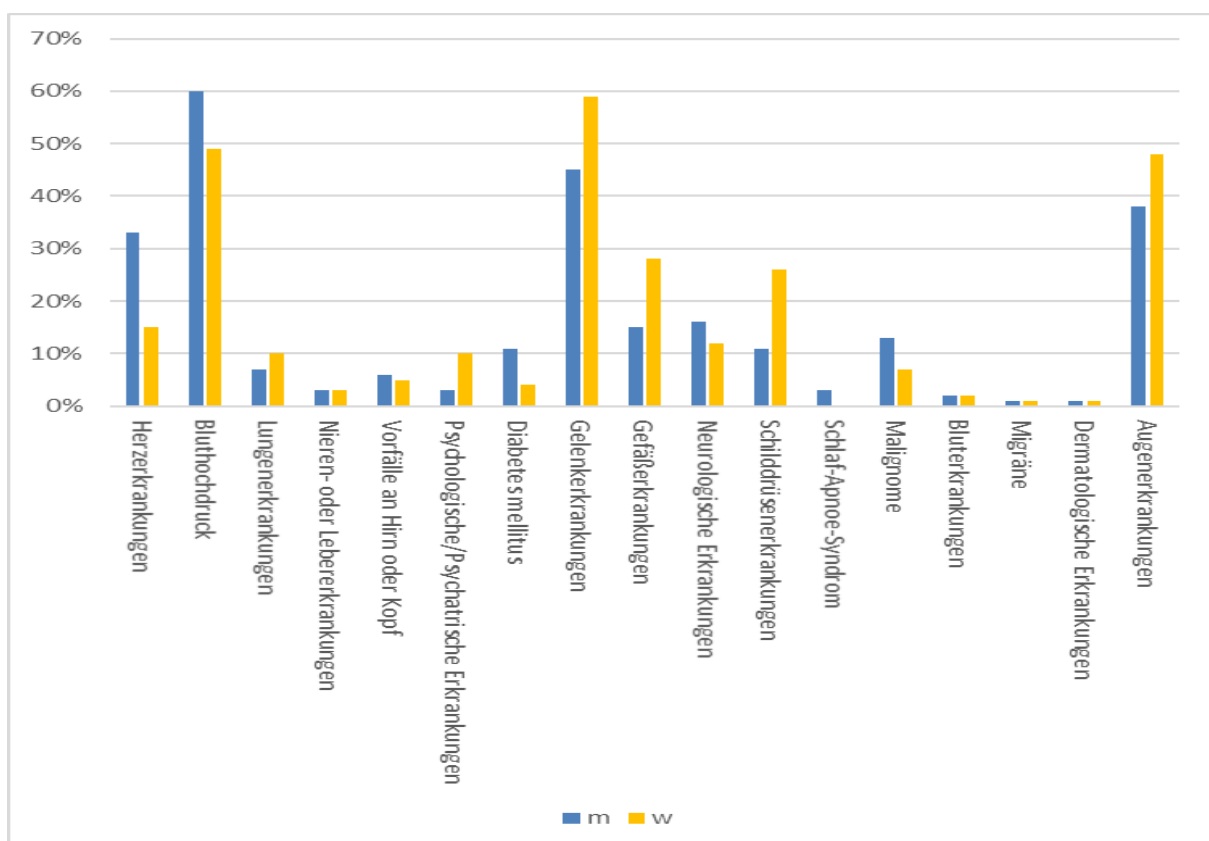
Von 270 Probanden fanden sich nur 21 Personen, die angaben "gesund" zu sein (10 davon in der Altersgruppe der 70- bis 74-Jährigen), d.h. keine Vorerkrankungen zu haben. Die meisten Probanden (77 % der männlichen und 82 % der weiblichen Probanden) nannten eine bis vier Vorerkrankungen. Signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden sowie der Anzahl der Erkrankungen waren nicht zu finden. Eine positive Alterskorrelation fand sich dahingegen schon: Je älter die Probanden waren, desto mehr Erkrankungen lagen

gleichzeitig vor ( $p < ,001$ ,  $r_p = ,278$ ). Während nur 6 % der 65 – 69-Jährigen 5 oder mehr Krankheiten gleichzeitig angaben, waren es bei den 75 - 79-Jährigen schon 20 %, bei den 80 - 84-Jährigen schon 29 % und bei den über 85-Jährigen sogar 40 %.

Insgesamt wurden die Probanden in den Selbstauskunftsdaten gebeten, detailliert jede ihrer jeweiligen Erkrankungen anzugeben. Zur Vereinfachung der Berechnung der Absolutwerte für die Krankheitsanzahl wurden alle Erkrankungen in Übergruppen zusammengefasst, die das gleiche Organ, Organsystem oder Körperteil betrafen.

Im Anhang kann man in tabellarischer Form die unter den Übergruppen zusammengefassten häufigsten genannten Erkrankungen einsehen.

Die nachfolgende Abbildung 9 zeigt die häufigsten genannten Erkrankungen (größtenteils in Übergruppen zusammengefasst, siehe Anhang) sowie ihre prozentuale Verteilung auf alle weiblichen und männlichen Probanden. Die Befragung erfolgte bei allen Probanden und eine Mehrfachnennung verschiedener Erkrankungen war möglich.



**Abbildung 9** Verteilung der einzelnen genannten Erkrankungen in Überbegriffen zusammengefasst, m/w in Prozent (Mehrfachnennung möglich, N=270)



Abbildung 9 findet sich in ähnlicher Weise in der o.g. BAST-Publikation von 2013 (siehe 2.1) und dient hier nur dazu, ein möglichst vollständiges, abgerundetes, Bild des Probanden zu zeichnen. Weitere Beschreibungen zu einzelnen Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahme und weiteren medizinischen Fragestellungen finden sich ebenfalls dort.

Ein besonderes Augenmerk soll im Folgenden auf die Augenerkrankungen gelegt werden.

### 3.3.4 Augenerkrankungen

Augenerkrankungen wurden häufig genannt. 37,7 % der Männer und 47,7 % der Frauen gaben an, eine oder mehrere der o.g. Erkrankungen des Auges zu haben. Signifikante Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden und dem Vorliegen einer Augenerkrankung ließen sich nicht finden.

Untenstehende Tabelle 1 zeigt die prozentuale Verteilung über die Angabe einer Augenerkrankung innerhalb der Altersgruppe. Es zeigte sich eine signifikant positive Alterskorrelation der Augenerkrankungen insgesamt ( $p < ,001$ ,  $r_p = ,242$ ):

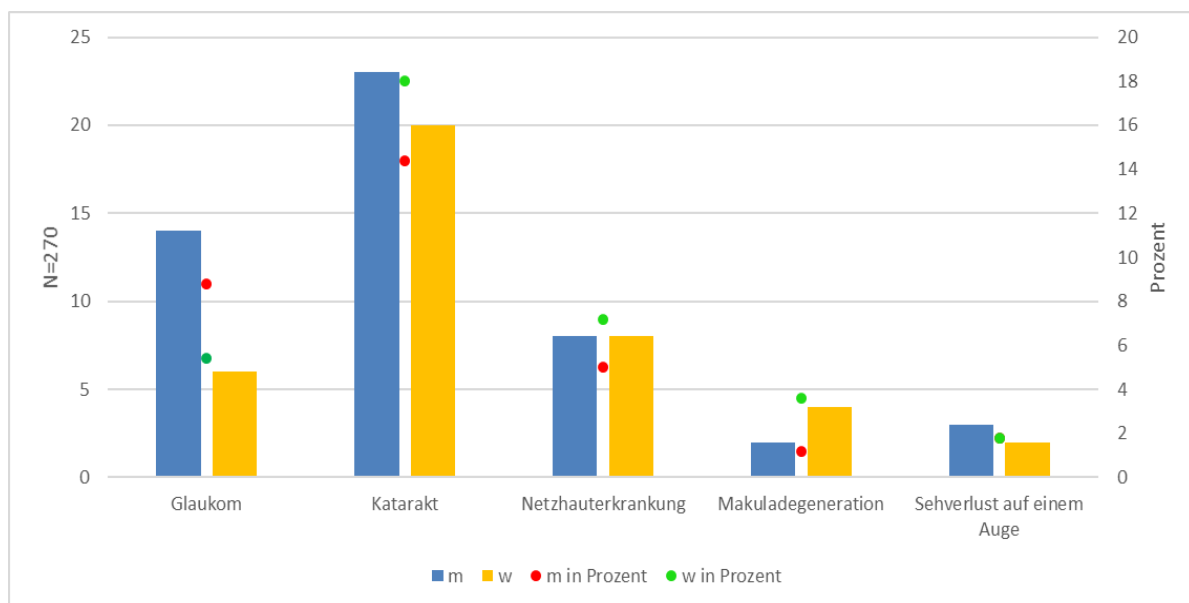
65 - 69 Jahre	31,3 %
70 - 74 Jahre	34 %
75 - 79 Jahre	51 %
80 - 84 Jahre	71,4 %
> 85 Jahre	60 %

**Tabelle 1 Nennung Augenerkrankungen in den Altersgruppen (prozentuale Verteilung innerhalb der Altersgruppe)**

Unter den Augenerkrankungen wurden besonders häufig die Katarakt und das Glaukom genannt, wobei letzteres bei den männlichen Probanden mit 8,8 % etwas häufiger auftrat als bei den weiblichen Probanden mit 5,4 %. Der Unterschied ist allerdings nicht statistisch signifikant.

In der Altersgruppe der 80 - 84-Jährigen war das Glaukom mit über 17 % (absolut 5 Probanden) am häufigsten vertreten, in der Altersgruppe der 70 - 74-Jährigen mit 3,8 % am wenigsten. Insgesamt war die Verteilung der Augenerkrankungen in den Altersgruppen annähernd homogen.

Abbildung 10 zeigt die Verteilung der genannten Augenerkrankungen auf weibliche und männliche Probanden. Die prozentuale Darstellung zeigt, dass insgesamt mehr weibliche Probanden unter Augenerkrankungen leiden, als männliche. Eine Ausnahme bildet hier nur das Glaukom.



**Abbildung 10 Absolute Anzahl und prozentuale Verteilung der Augenerkrankungen m/w**

Knapp 20 % der Probanden gaben an, sich in den letzten fünf Jahren schon einmal einer Kataraktoperation unterzogen zu haben. Darüber hinaus gaben noch 16 % der Probanden an derzeit unter dieser Erkrankung zu leiden. Diese Zahl beinhaltet auch diejenigen Probanden, die unter einem Nachstar leiden oder die nach der Operation auf dem einen Auge nun eine Katarakt auf dem anderen Auge entwickelt haben. Unter den 53 Probanden, die operiert worden waren, waren 28 Frauen und 25 Männer. Es zeigt sich hier eine signifikante positive Alterskorrelation ( $p < ,001$ ,  $r_p = ,287$ ): Je älter die Probanden, desto höher wird die Kataraktoperationsrate. Eine signifikante Korrelation von subjektiv erhöhter Blendempfindlichkeit und dem Vorliegen einer Katarakt gibt es allerdings nicht.

Am häufigsten trat die Katarakt in der Altersgruppe der 75 - 79-Jährigen (28 %), am wenigsten bei den 65 - 69-Jährigen (13 %) auf.

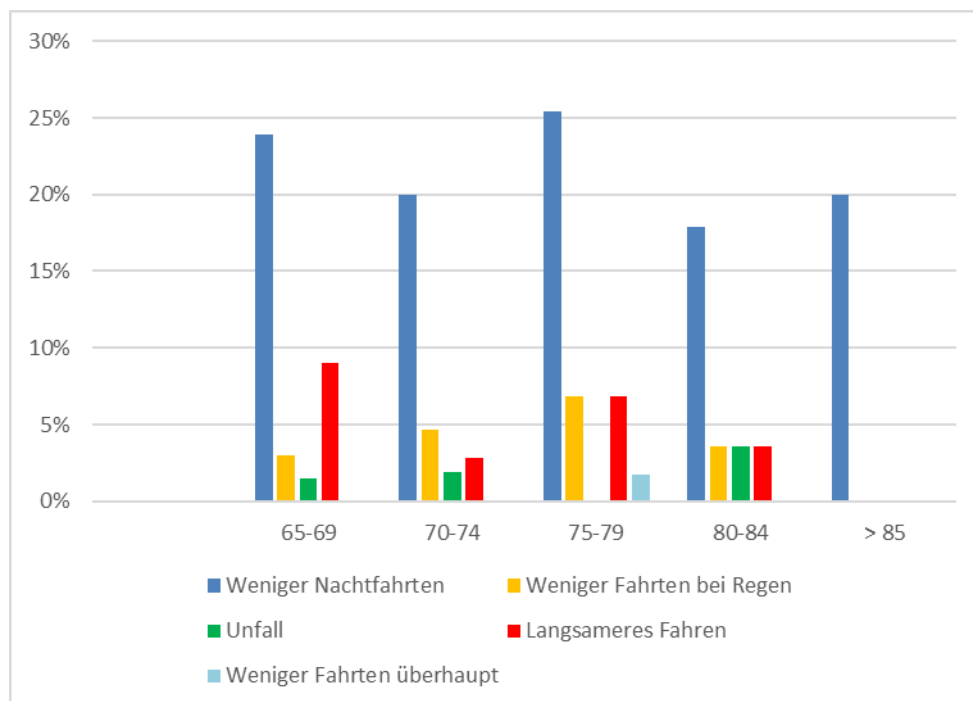
Die altersbedingte Makuladegeneration wurde nur von 2 Männern und 4 Frauen angegeben und liegt damit bei insgesamt 2 % (1,2 % der männlichen und 3,6 % der weiblichen Probanden). Ähnlich verhält es sich mit dem vollständigen Sehverlust auf jeweils einem Auge: Nur 3 männliche und 2 weibliche Probanden gaben diesen an.

Die Netzhauterkrankungen wurden etwas häufiger genannt: Jeweils 8 weibliche und männliche Probanden gaben an darunter zu leiden. Eine signifikante Alterskorrelation oder signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen ergaben sich nicht.

### 3.3.5 Selbsteinschätzung: Kompensationsmaßnahmen und Auswirkungen

Im Verlauf des Interviews wurden auch die Kompensationsmechanismen beim Autofahren, die bereits ergriffen wurden, wenn Augenprobleme vorlagen, erfragt.

Die folgende Abbildung 11 zeigt, welche Maßnahmen in welchem Umfang ergriffen, bzw. welche Folgen für das Autofahren sich bereits aus dem zunehmenden Alter ergeben hatten.



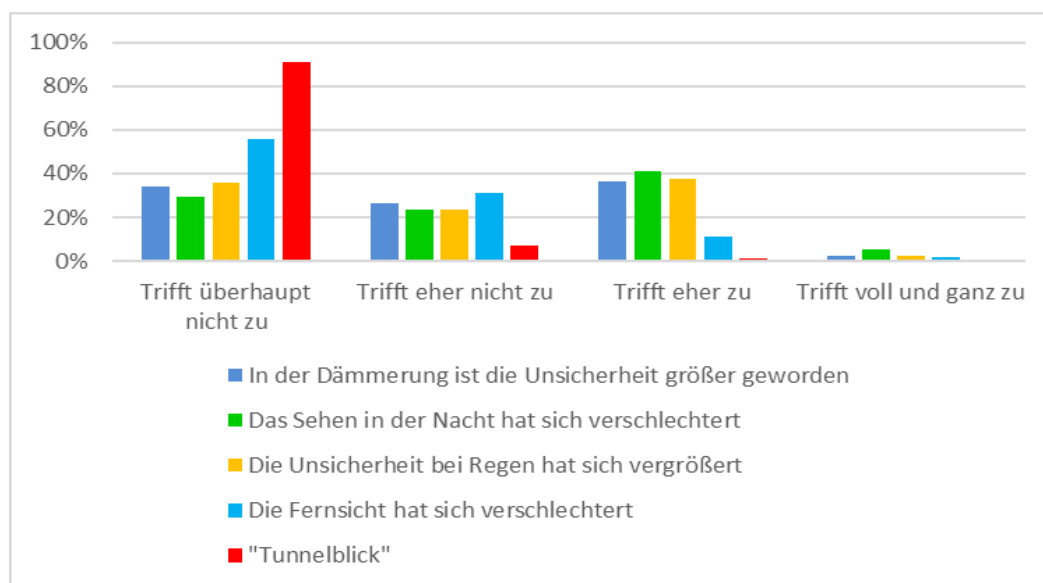
**Abbildung 11 Selbsteinschätzung des Autofahrens betreffend: Konsequenzen des zunehmenden Alters verteilt auf Altersgruppen (Mehrfachnennung möglich)**

Auffällig ist, dass die häufigste genannte Antwort (mit 21,9 %) weniger Nachtfahrten war. Weniger Fahrten bei Regen (4,4 %) oder langsames Fahren (5,2 %) wurden seltener genannt.

Neben den bereits getroffenen Kompensationsmaßnahmen wurde aber auch konkret nach den an sich beobachteten Veränderungen bezüglich des Sehens beim Autofahren gefragt

Ermittelt wurde die Antworten auf die Fragen nach einer Verschlechterung des Sehens bei Nacht oder in der Ferne, nach einer größeren Unsicherheit bei Regenfahrten oder in der Dämmerung und auch nach einem eingeschränkteren Gesichtsfeld (hier bezeichnet als „Tunnelblick“). Nach punkt-/bogenförmigen oder zentralen Gesichtsfeldausfällen (sogenannten Skotomen) wurde in diesem Zusammenhang nicht gefragt.

Die nachfolgende Abbildung 12 zeigt die prozentuale Verteilung der Antworten auf die verschiedenen Fragen.



**Abbildung 12 Durch eine Verschlechterung des Sehvermögens hervorgerufene Veränderungen das Autofahren betreffend**

Der „Tunnelblick“ wurde hierbei von den meisten am stärksten (mit 91,1 %) verneint. Für alle anderen Fragen gilt darüber hinaus, dass diese nur von 0 - 5,6 % der Probanden mit „Trifft voll und ganz zu“ beantwortet wurden.

Zwischen 36 und 41 % der Probanden sagten aus, dass sich ihre Unsicherheit bei Dämmerungsfahrten und bei Regen eher vergrößert und die Nachtsicht sich eher verschlechtert habe. Bei diesen drei Antwortmöglichkeiten fand sich auch ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern und den gegebenen Antworten: Tendenziell stimmten die Frauen den genannten Veränderungen eher zu als die Männer ( $t$ -Test für unabhängige Stichproben für die folgenden Fragen: Unsicherheit bei Dämmerung hat sich vergrößert:  $p < ,001$ ; Unsicherheit bei Fahrten im Regen hat sich vergrößert:  $p = ,029$ ; Verschlechterung der Nachtsicht:  $p = ,006$ ).

Knapp 60 % fanden, dass sich ihre Fernsicht beim Autofahren überhaupt nicht verändert habe.

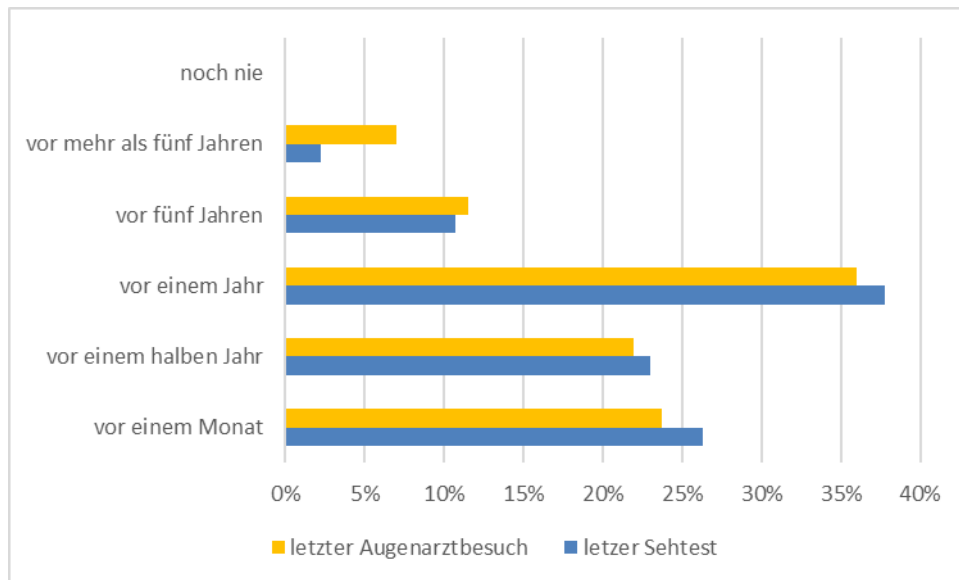
Insgesamt 70 % der Probanden befanden ihre Sehfähigkeit mit Brille für gut. Für die Antwort auf dieselbe Frage ohne Brille halbiert sich diese Zahl fast auf 39 % und 17 % bezeichneten diese sogar als „schlecht“.

Es zeigt sich eine positive Alterskorrelation: Je älter die Probanden waren, desto häufiger gaben sie Probleme mit den Augen an ( $p < ,01$ ,  $r_p = ,231$ ). Es finden sich keine signifikanten Unterschiede in den Antworten von männlichen und weiblichen Probanden. Auch die Verteilung auf die Altersgruppen ist homogen.

Probanden, die angaben weniger Fahrten bei Nacht zu machen, gaben auch gleichzeitig signifikant häufiger an, sich leichter geblendet zu fühlen ( $p < ,01$ ,  $r_s = ,557$ ). Eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der subjektiven Blendempfindlichkeit und weiteren Kompensationsmechanismen, wie weniger Fahrten bei Regen und dem Erkennen der verschiedenen Dämmerungssichtstufen ließ sich allerdings nicht nachweisen. Auch das Geschlecht scheint bei der Beantwortung der Fragen bezüglich Blendempfindlichkeit, Nachtfahrten, Regenfahrten usw. keine Rolle zu spielen: Ein signifikanter Unterschied war nicht nachweisbar.

### 3.3.6 Sehtest

Der folgenden Grafik (Abbildung 13) kann man entnehmen, wann zuletzt ein Sehtest (auch bei einem Augenoptiker möglich) durchgeführt wurde bzw. der letzte Augenarztbesuch erfolgte.



**Abbildung 13** Prozentuale Verteilung des letzten Augenarztbesuchs bzw. letzten Sehtests

Hier zeigt sich, dass zwischen 81 % (letzter Augenarztbesuch) und 88 % (letzter Sehtest) der Probanden, und damit die überwiegende Mehrheit, innerhalb des letzten Jahres letztmalig ihre Augen überprüfen ließen.

Keiner der Probanden gab an, noch nie beim Augenarzt oder Optiker gewesen zu sein. Insgesamt 77 % der Männer und 87 % der Frauen hatten innerhalb des letzten Jahres einen Augenarzt aufgesucht.

Waren die letzten Augenüberprüfungen vor 2, 3 oder 4 Jahren erfolgt, so wurden diese Antworten jeweils zur Gruppe „vor einem Jahr“ oder „vor fünf Jahren“ gezählt, je nachdem welcher Gruppe sie zeitlich näher lagen.

### 3.4 Auswertung Sehtests

#### 3.4.1 Dämmerungssehtest

Für die Testung des Dämmerungssehvermögens für die relevanten Führerscheinklassen (A, A1, B, BE, M, L und T) wurde, entsprechend der Vorgaben der DOG, die Bestehensgrenze bei der stärksten Kontraststufe 1 : 23 festgelegt. Zusammengefasst konnten 40 % der Probanden (31 % der Männer (absolut 11) und 47 % der Frauen (absolut 21)) das Dämmerungssehen entsprechend der Vorgaben bestehen. Davon entfielen 6 % auf die höchste Kontraststufe 1 : 23, 16 % auf die Stufe 1 : 5 und jeweils 9 % auf 1 : 2,7 und 1 : 2. Es wurde jeweils die niedrigste bestandene Kontraststufe gezählt. Ein richtiges Erkennen von z.B. Stufe 1 : 2,7 implizierte automatisch auch das Bestehen der stärkeren Kontraststufen. Im Umkehrschluss bedeutet dies allerdings, dass 60 % (69 % der Männer und 53 % der Frauen) nicht in der Lage waren, den stärksten Kontrast dieser Testreihe weder mit noch ohne Blendung zu erkennen.

Unterscheidet man zwischen der Testreihe ohne Blendung und der Testreihe mit Blendung, so zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen ( $t$ -Test für abhängige Stichproben  $p < ,001$ ): Während 71,25 % der Probanden den Kontrast von 1 : 23 ohne Blendung erkennen konnten, waren es mit Blendung nur 40 %. Der signifikante Unterschied zeigt sich mit und ohne Blendung für alle Kontraststufen. Die Abbildung 14 zeigt die Verteilung von erkannten und nicht erkannten Kontraststufen mit und ohne Blendung auf Altersgruppen verteilt.

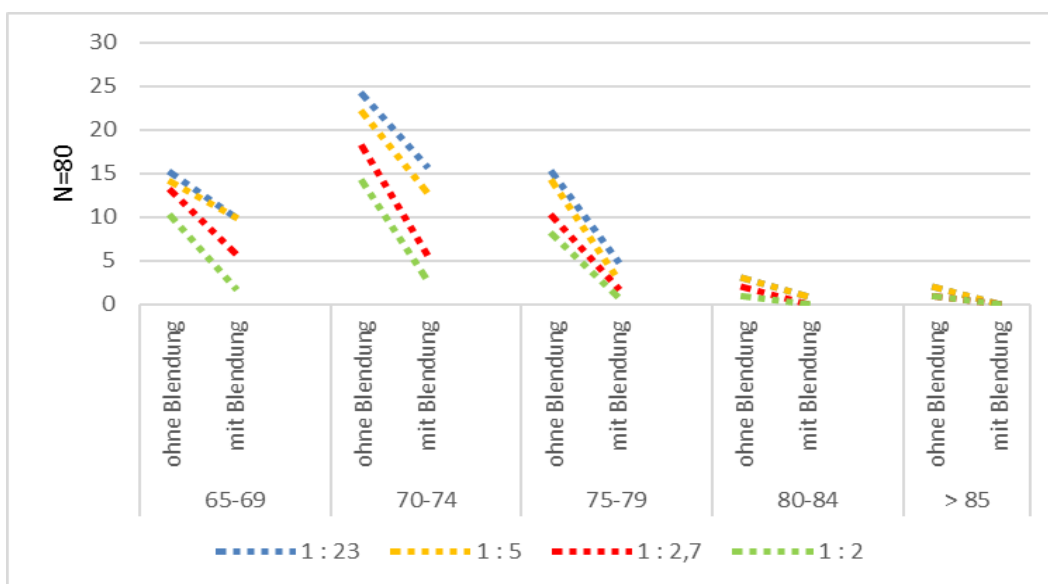


Abbildung 14 „Kontraststufe erkannt“ mit und ohne Blendung bezogen auf die Altersgruppen

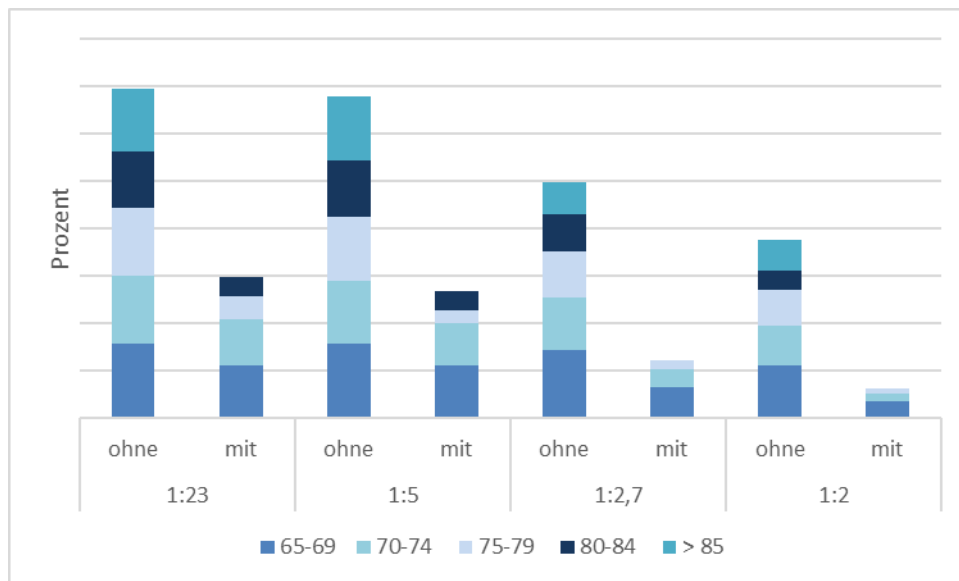
Zur besseren Übersicht ist in der folgenden Tabelle 2 die Verteilung der Probanden auf die Altersgruppen nach Geschlecht und minimalstem gerade noch erkannten Kontrast („Bestanden mit und ohne Blendung“) aufgeführt (in Klammern: Die auf ganze Zahlen gerundete Prozentangabe innerhalb der Geschlechts- und Altersgruppen). Die ganz vorn aufgeführten Probanden waren nicht in der Lage den stärksten Kontrast 1 : 23 zu erkennen und haben damit nicht bestanden („Nicht bestanden“).

Altersgruppen		Nicht bestanden		1 : 23		1 : 5		1 : 2,7		1 : 2	
		m	w	m	w	m	w	m	w	m	w
65-69	Jahre	6 (75)	2 (20)			1 (13)	3 (30)		3 (30)	1 (13)	2 (20)
70-74	Jahre	8 (53)	10 (56)		3 (17)	6 (40)			3 (17)	1 (7)	2 (11)
75-79	Jahre	5 (85)	11 (73)	1 (17)	1 (7)		1 (7)		1 (7)		1 (7)
80-84	Jahre	4 (80)	0			1 (20)					
> 85	Jahre	1 (100)	2 (100)								

**Tabelle 2:** Minimalste noch erkannte Kontraststufe (mit und ohne Blendung erkannt) auf Altersgruppen verteilt

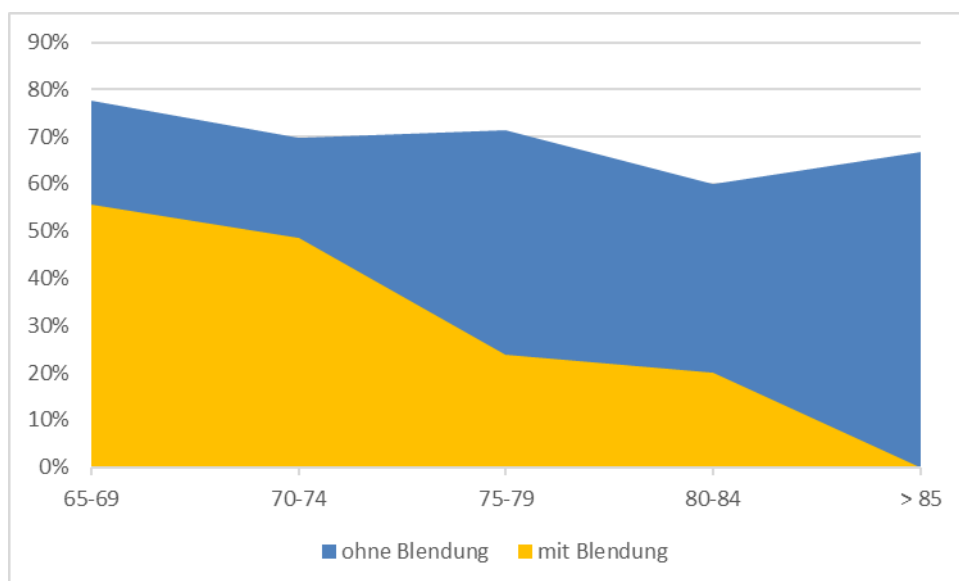
Es zeigte sich eine signifikante Alterskorrelation ( $p < ,001$ ,  $r_s = - ,301$ ): Je älter die Probanden, desto weniger gut konnten sie die Dämmerungsstufen mit Blendung mit sinkendem Kontrast erkennen. Dies ließ sich für die Testreihe ohne Blendung nicht nachweisen: Es gibt keine signifikante Korrelation zwischen steigendem Alter und dem Erkennen der Dämmerungsstufen ohne Blendung. Der Übersichtlichkeit halber ist dies in der folgenden Abbildung 15 grafisch dargestellt.





**Abbildung 15 Prozentualer Anteil an den erkannten Dämmerungsseestufen jeweils mit und ohne Blendung bezogen auf die Altersgruppen**

Abbildung 16 veranschaulicht, dass die Rate der Probanden, die das Dämmerungssehen mit Blendung bestanden haben, mit steigendem Alter stetig sinkt, während die Rate derer, die das Dämmerungssehen ohne Blendung bestanden haben, nur leicht zum höheren Alter hin abnimmt (zwischen 60 und 77,7 %, Bestehensgrenze Dämmerungsseestufe 1 : 23).



**Abbildung 16 „Dämmerungssehen bestanden (1 : 23)“ mit und ohne Blendung auf Altersgruppen verteilt**

Das Vermögen die verschiedenen kontrastierten Stufen zu erkennen, nimmt zusammen mit abnehmenden Kontraststärke ab, dies zeigt sich sowohl mit als auch ohne Blendung. Zwischen den Stufen 1 : 23 und 1 : 5 ohne Blendung besteht noch kein großer Unterschied (71 vs. 69 %), während dieser ab Kontraststufe 1 : 2,7 (55 %) deutlich größer wird und mit 1 : 2 bei 43 % endet.

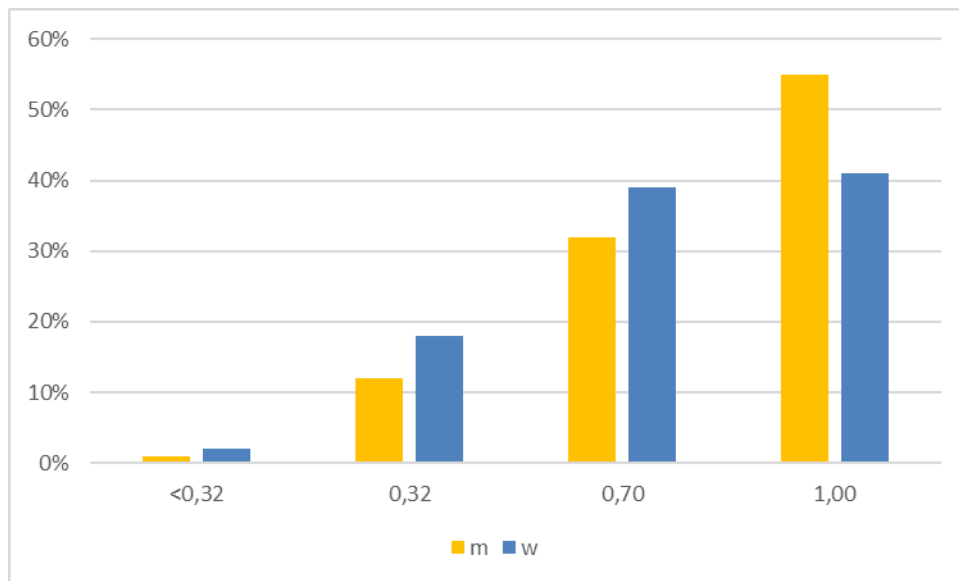
Der einzige signifikante Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden, der im Rahmen des Dämmerungssehtests auffiel, zeigte sich im Erkennen der Stufe 1 : 2,7 ( $\chi^2 p = ,014$ ). Eine positive Korrelation nach Spearman von 0,274 und  $p = 0,014$  zeigt an, dass signifikant mehr Frauen in der Lage waren diese Kontraststufe zu erkennen.

Die Kontraststufe 1 : 5 wurde von insgesamt 23 % der Probanden erkannt. Auch hier liegt der Teil der Probanden, die diese Stufe ohne Blendung erkennen konnten deutlich höher (69 %) als mit Blendung.

Insgesamt ist zu beachten, dass die Altersgruppe der 80 - 84-Jährigen nur aus männlichen Probanden besteht. Ebenfalls sollte darauf hingewiesen werden, dass die Gruppen der 80 - 84 mit 6 % und die über 85-Jährigen mit 4 % nur einen eher geringen Prozentsatz der Teilgruppe (N=80) ausmachen, d.h. die Ergebnisse dieser beiden Gruppen erscheinen nicht zwangsläufig repräsentativ.

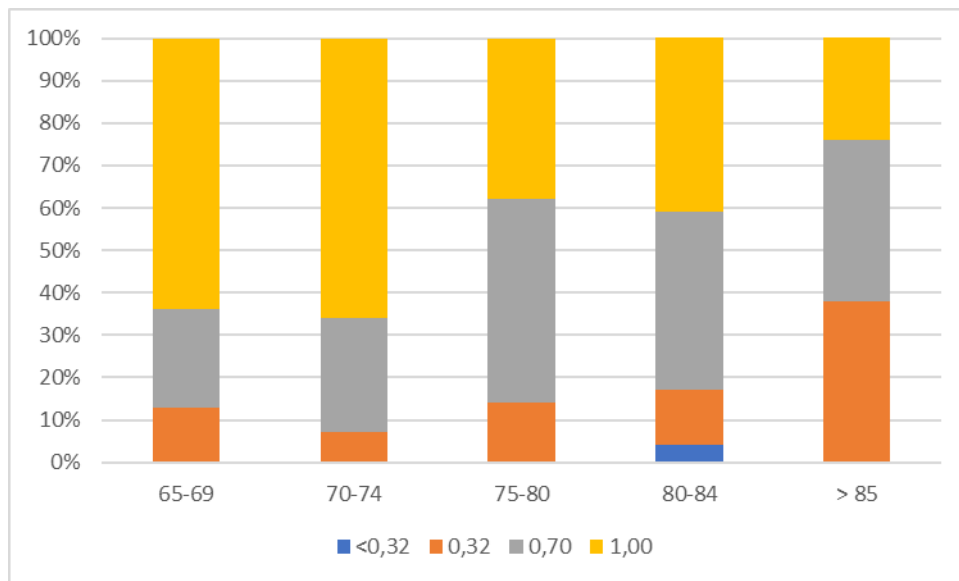
### **3.4.2 Visustest**

Die Visusprüfung wurde mit der Probandenanzahl von N=270 ein- und beidäugig durchgeführt. Es zeigte sich, dass 49 % der Probanden einen Visus von 1 erreicht haben, davon waren 87 (55 %) Männer und 46 (41 %) Frauen. Abbildung 17 zeigt den prozentualen Anteil von Männern und Frauen bezogen auf die höchste noch erkannte Visusstufe. Diesen Ergebnissen nach erfüllen 80 % (89) der Frauen und 87 % (139) der Männer die Mindestanforderungen der in der FeV geforderten Grenzwerte (siehe Anhang). Insgesamt sind dies in der beidäugigen Testung ca. 84 % der Probanden (abs. 228 von 270).

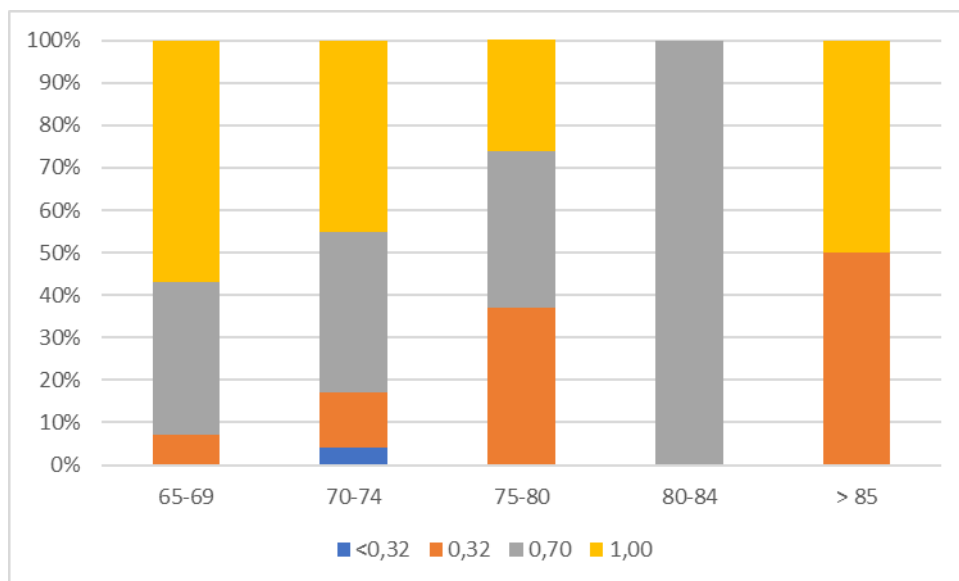


**Abbildung 17 Höchster erreichter Visuswert m/w (in Prozent, beidäugige Testung)**

An dieser Stelle soll auf den Unterschied ( $t$ -Test für unabhängige Stichproben  $p < ,05$ , Mittelwert 0,81 (m), 0,74 (w), mittlere Differenz 0,074, Standardfehler der Differenz 0,03, 95%-Konfidenzintervall der Differenz 0,01-0,132) zwischen männlichen und weiblichen Probanden bezüglich der erreichten Visuswerte hingewiesen werden: Tendenziell erreichten die männlichen Probanden höhere Visuswerte als die weiblichen. Schaut man sich die Gesamtheit aller Probanden an, so ist hier ebenfalls eine signifikante Korrelation von steigendem Alter und damit einhergehendem schlechteren Visus zu verzeichnen ( $p < ,01$ ,  $r_s = -,247$ ). Unterscheidet man nun aber zwischen Männern und Frauen, zeigt sich diese signifikante negative Alterskorrelation nur bei den weiblichen Probanden ( $p < ,01$ ,  $r_p = -,205$ ), aber nicht bei den männlichen: Während die Frauen mit zunehmendem Alter niedrigere Visuswerte erreichten, zeigte sich in der männlichen Probandengruppe keine signifikante altersabhängige Visusminderung. Die folgenden beiden Abbildungen 18 und 19 zeigen die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden in den verschiedenen Altersgruppen.



**Abbildung 18 Höchster erreichter Visuswert männliche Probanden nach Altersgruppen (in Prozent)**



**Abbildung 19 Höchster erreichter Visuswert weibliche Probanden nach Altersgruppen (in Prozent)**

Unterhalb der durch die FeV geforderten Mindestvisusgrenze von 0,7 lagen 14 % der Probanden, mit 20 % der Frauen (absolut 22) lag deren Anteil deutlich höher als der der Männer (13 %, absolut 20). Während überhaupt nur 3 der Probanden (zwei Frauen, ein Mann) nicht einmal die 0,32-Visusstufe erkennen konnten, d.h. dementsprechend einen Visus < 0,32 hatten, erkannten 14,4 % der Probanden nur die Visusstufe 0,32 bei der beidäugigen Testung.

Logarithmisch gemittelte Visuswerte mit Standardabweichung kann man der folgenden Tabelle 3 entnehmen:

	Visus rechts	Visus links	Visus beidseits
M	0,68 +/- 1,9 Zeilen	0,67 +/- 1,9 Zeilen	0,78 +/- 1,6 Zeilen
W	0,63 +/- 1,9 Zeilen	0,64 +/- 1,9 Zeilen	0,71 +/- 1,8 Zeilen
Insgesamt	0,66 +/- 2 Zeilen	0,66 +/- 1,9 Zeilen	0,75 +/- 1,7 Zeilen

**Tabelle 3 Logarithmisch gemittelte Visuswerte m/w**

Tabelle 4 zeigt die einzelnen Altersgruppen mit logarithmisch gemitteltem Visus und Standardabweichung:

Altersgruppen	Visus rechts	Visus links	Visus beidseits
65-69 Jahre	0,67, +/- 1,9 Zeilen	0,67, +/- 1,9 Zeilen	0,80, +/- 1,5 Zeilen
70-74 Jahre	0,73, +/- 1,8 Zeilen	0,72, +/- 1,6 Zeilen	0,80, +/- 1,5 Zeilen
75-79 Jahre	0,58, +/- 2,1 Zeilen	0,56, +/- 1,9 Zeilen	0,64, +/- 2 Zeilen
80-84 Jahre	0,60, +/- 2,2 Zeilen	0,59, +/- 2,1 Zeilen	0,74, +/- 1,5 Zeilen
> 85 Jahre	0,51, +/- 2,2 Zeilen	0,59, +/- 2 Zeilen	0,57, +/- 2,2 Zeilen

**Tabelle 4 Logarithmisch gemittelte Visuswerte nach Altersgruppen**

Am schlechtesten schnitten hierbei die Probanden der Gruppe der über 85-Jährigen ab (Gesamtvisusmittelwert 0,57). Aber auch die 75 - 79-Jährigen liegen mit einem Gesamtvisusmittelwert von 0,64 unter dem in der FeV geforderten Mindestvisus von 0,7.

Es finden sich in der aktuellen Stichprobe keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern und der Fähigkeit die Dämmerungskontraststufe 1 : 23 (als offizielle Bestehensgrenze des Dämmerungssehvermögens) zu erkennen. Unterschiede in den Ergebnissen zwischen Männern und Frauen im Erkennen der verschiedenen Kontraststufen im

Dämmerungssehtest gab es hier ebenfalls nicht. Das Erkennen der verschiedenen Dämmerungssechstufen korrelierte allerdings negativ mit dem Alter, d.h. je älter die Probanden, desto schlechter wurden die Kontraste bei abnehmender Intensität im Mesotest erkannt ( $p = ,007$ ,  $r_s = -,301$ ).

Inwieweit ein statistisch signifikanter Zusammenhang der Sehschärfe mit dem Dämmerungssehvermögen besteht, wurde ebenfalls überprüft (siehe unten). Das Dämmerungssehvermögen unter Hinzunahme der Blendung korreliert schwach signifikant negativ mit der Sehschärfe ( $p < ,01$ ,  $r_s = ,428$ ). Es zeigte sich also in der Probandengruppe, dass eine gute Sehschärfe keinen Einfluss auf ein besseres Dämmerungssehvermögen hat, zumindest unter Blendung. Andere Ergebnisse waren nicht signifikant. Dies konnte allerdings nur für die 80 sowohl mit dem Mesotest getesteten als auch dem Sehschärfetest unterzogenen Probanden überprüft werden.

## **4 Diskussion**

### **4.1 Diskussion der allgemeinen und demografischen Probandendaten**

In die Studie konnte insgesamt 111 Frauen (41 %) und 159 Männer (59 %) eingeschlossen werden. Zu den Zielen der Studie gehörte u.a. auch die Wahrung der Repräsentativität der rekrutierten Probanden in Bezug auf die deutsche (autofahrende) Gesamtbevölkerung. Das Verhältnis von Mann zu Frau entspricht jedoch nicht dem der gesamtdeutschen Bevölkerung über 65 Jahren: Hier gibt es auch heute noch deutlich mehr Frauen als Männer (Beispiel: 70-jährige Männer 2019: ca. 430.000, 70-jährige Frauen 2019: ca. 500.000, (Destatis, Bevölkerungspyramide 2019)). Im Jahr 2019 entsprach der Anteil der über 65-Jährigen 22 % der Gesamtbevölkerung, Tendenz steigend. Betrachtet man aber die aktiven Autofahrer bzw. die Führerscheinbesitzer über 65 Jahren, so ist das Verhältnis von Senior zu Seniorin hier in etwa vergleichbar: 2008 hatten in der Altersgruppe der 70 - 79-Jährigen nur 2,3 Mio. Frauen, aber 3,1 Mio. Männer einen gültigen Führerschein (ADAC-Mobilität in Deutschland, 2008). Es ist anzunehmen, dass sich dieses Verhältnis im Laufe der nächsten Jahre angleichen wird.

Bezogen auf die unterteilten Altersgruppen, finden sich auch hier mehr männliche Probanden als weibliche. Eine Ausnahme stellt die Gruppe der 75 - 79-Jährigen dar, in der das Verhältnis von Mann zu Frau annähernd gleich ist. Wenn man dies in Relation zur Bevölkerungsstatistik setzt, muss man davon ausgehen, dass in der Altersgruppe 75 - 79 Jahre 300.000 Frauen mehr leben, aus der rekrutiert werden konnte. Insgesamt am wenigsten Probanden fanden sich in den beiden höchsten Altersgruppen, 80 - 84 und über 85 Jahre. Entsprechend der Bevölkerungsstatistik 2019 beträgt der Anteil der 80 - 84-jährigen im Vergleich zu Gesamtbevölkerung nur 4 %, bei den 85 - 90-Jährigen halbiert sich dies sogar noch auf 2 % (Statistisches Bundesamt 2019).

Da der Mesotest nur für eine bestimmte Zeit innerhalb des Testzeitraums zur Verfügung stand (siehe Material und Methoden), konnte die Repräsentativität der Probanden, z.B. in Bezug auf Alter und Geschlecht, nur bedingt gewährleistet werden. In der Verteilung innerhalb der Altersgruppen zeigt sich hier durchgängig ein höherer Anteil an Seniorinnen, während in der Gruppe der 80 - 84-Jährigen keine Frau zu finden ist und die Gruppe der über 85-Jährigen insgesamt mit nur 3 Probanden wenig repräsentativ erscheint. Alles in allem ist die Verteilung auf die Altersgruppen unabhängig vom Geschlecht der des Gesamtkollektivs vergleichbar.

## **4.2 Diskussion der allgemeinen Gesundheitsdaten**

Entsprechend dem Bundesdurchschnitt gaben auch in dieser Stichprobe mehr Männer an zu rauchen als Frauen. Insgesamt ist aber die Zahl der Raucher deutlich niedriger als die Statistik auf Basis des Zensus von 2017 dies belegt. Während dort bei den über 65-Jährigen von insgesamt ca. 9 - 10 % Rauchern bei den Frauen bzw. ca. 13 % bei den Männern ausgegangen wird, liegt die Rate bei den untersuchten weiblichen Probanden bei 5 % und bei den männlichen bei 8 % (Statistisches Bundesamt 2017). Bei nur 7 % Rauchern (absolut 18 Probanden) insgesamt in der vorliegenden Stichprobe ist die Verteilung auf die einzelnen Altersgruppen wenig repräsentativ. Eine Abnahme mit dem Alter lässt sich deshalb nicht konkret belegen. In der Altersgruppe der 65 - 69-Jährigen war mit 18 % die verhältnismäßig höchste Anzahl an männlichen Rauchern zu finden, während bei den über 85-Jährigen niemand angab zu rauchen.

Auf eine weitere Diskussion, z.B. der erhobenen Ergebnisse bezüglich des Alkoholkonsums oder des BMI, soll an dieser Stelle verzichtet werden, da dies im Rahmen des Themas der Dissertation nicht relevant ist.

### 4.3 Diskussion der Selbsteinschätzung

Betrachtet man die Selbstauskunft bzw. -einschätzung der Probanden bezüglich ihrer eigenen Gesundheit findet sich ein eher positives Bild. Die Mehrheit, sowohl der männlichen als auch der weiblichen Probanden, beschrieb ihren Gesundheitszustand insgesamt als „gut“ oder „eher gut“. Nur eine sehr kleine Minderheit bewertete sich mit „eher schlecht“, „schlecht“ wurde gar nicht angegeben. Dies bestätigte sich auch im subjektiven Vergleich der eigenen Gesundheit mit anderen Menschen ihres Alters: die Mehrheit (insgesamt 61 %) gab an sich besser zu fühlen als Gleichaltrige und immerhin noch 38 % fühlten sich genauso gut. Tendenziell schätzten die Männer ihren Gesundheitszustand im Vergleich als etwas besser ein als die Frauen.

Ähnlich verhielt es sich mit der Frage nach der Einschätzung der Beweglichkeit. Auch hier wurde in der Mehrheit von einer „guten“ oder „eher guten“ Beweglichkeit ausgegangen, wobei sich die weiblichen Probanden hier prozentual häufiger für ein „gut“ entschieden, als die männlichen Probanden. Auch die eigene geistige Leistungsfähigkeit wurde ähnlich bewertet: Die Mehrheit von 61 % entschied sich für ein „gut“ und 35 % für ein „eher gut“.

Insgesamt zeigt sich ein sehr positives subjektives Gesundheitsbild der vorliegenden Stichprobe. Vergleicht man dies mit statistischen Daten der Gesundheitsberichterstattung des Bundes aus dem Jahr 2015, so fällt auf, dass der Anteil der deutschen Frauen zwischen 60 und 79 Jahren, die ihren Gesundheitszustand mit sehr gut beschreiben, zwar mit dem Alter kontinuierlich sinkt, aber immer noch zwischen 50 und 62 % liegt. Ähnliches gilt für die gleichaltrigen Männer, deren Anteil hier zwischen 57 und 63 % liegt. Während sich die Probanden in der vorliegenden Stichprobe klar für eine „Seite“ entscheiden mussten („schlecht“, „eher schlecht“, „eher gut“, „gut“) und es keinen Mittelweg gab, wuchs der Anteil der im Rahmen der Gesundheitsberichterstattung Befragten, die ihren Gesundheitszustand als „mittelmäßig“ bezeichneten mit steigendem Alter kontinuierlich an.

Vergleicht man diese Antworten mit Befragungsdaten aus dem Jahr 2011 zur Beurteilung der eigenen Fahrkompetenz im Vergleich mit Gleichaltrigen, zeigen sich dort ähnliche Ergebnisse: rund 66 % der älteren Befragten bewerten sich mit deutlich bzw. eher besser als Gleichaltrige (Richter, Schlag, Weller, 2011). Recherchiert man noch weiter in diese Richtung, so zeigen sich auch bei Ergebnissen, die die Selbsteinschätzung im Straßenverkehr mit professioneller Einschätzung bei begleiteten Fahrten vergleichen, dass es deutliche Unterschiede in der Bewertung gibt (Schlag et al., 2019). Den Empfehlungen des Deutschen Verkehrsgesichtstages



2017 entsprechend werden ältere Kraftfahrer aufgerufen, ihr Fahrverhalten selbst zu prüfen und auf Einschränkungen angemessen zu reagieren. Den o.g. Daten zufolge hofft man demnach aber auf eine realistische Selbsterkenntnis oder -reflexion mitunter vergebens und kann damit auch keine angemessenen Kompensationsmaßnahmen erwarten.

Eine weitere Befragung in den US-Bundesstaaten Kentucky, Connecticut und Rhode Island konnte aus Selbstauskunftsdaten herausarbeiten, dass selbstauferlegte Fahreinschränkungen mit steigendem Alter zunehmen. Aber erst bei den über 80-Jährigen lag die Anzahl zwischen 37 und 49 %, bei den 65 - 69-Jährigen war diese Zahl nur durchschnittlich halb so hoch. Diese Fahreinschränkungen betrafen vor allem weniger Fahrten in der Nacht, weniger Fahrten überhaupt und Beschränkung auf kürzere Distanzen (Braitman, McCartt, 2008). Aber ob dies auch bedeutet, dass die selbst auferlegten Einschränkungen immer eingehalten werden oder für den „Notfall“ auch einmal nicht, ist fraglich. Und sind dann nicht genau diese unbekannten Situationen, die sonst gemieden und damit nicht geübt werden, dann die mit dem höchsten Unfallpotential?

Fasst man diese Ergebnisse also zusammen, kann man davon ausgehen, einer sich subjektiv gesünder als Vergleichsgruppen fühlenden Stichprobe gegenüber zu stehen. Die betrachteten Parameter umfassen zwar nicht die Frage, wie die Probanden ihre Fahrfähigkeit an sich einschätzen, allerdings kann wohl dadurch darauf geschlossen werden. Umgekehrt wirft dies die Frage auf: Warum sollte jemand, der sich körperlich und geistig gut und sogar seinen gleichaltrigen Mitmenschen größtenteils überlegen fühlt, nicht auch genauso gut bzw. besser Autofahren können?

Ähnlich, wie in vielen anderen Studien, die auf einer freiwilligen Teilnahme basieren, finden sich auch hier kaum Menschen, die ernsthafte Zweifel an ihrer Fahreignung haben.

#### **4.4 Diskussion der Vorerkrankungen**

Die erfassten Vorerkrankungen beruhen nicht allein auf der Selbstauskunft der Probanden. Zusätzlich erhobene Informationen, wie z.B. eingenommene Medikamente, führten häufiger zu einer Erweiterung der Liste an Vorerkrankungen. Bei Einnahme von z.B. Blutdrucksenkern wurde die Liste um die Diagnose „arterieller Hypertonus“ ergänzt.

In der vorliegenden Stichprobe waren lediglich 21 Probanden ohne jegliche Erkrankung. Dies entspricht insgesamt nur 8 % aller Probanden. Der Begriff der Multimorbidität ist nicht genau definiert (siehe Einleitung), geht man aber wie z.B. in der Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2009 von einer Rate von 2 oder mehr Erkrankungen aus, so zeigt sich auch in dieser Stichprobe ein ähnliches Ergebnis: 75 % aller Probanden gaben 2 oder mehr Erkrankungen an. Vorliegend ist dies äquivalent bei Frauen und Männern, im Gegensatz zu den Daten aus „Gesundheit aktuell in Deutschland 2009 (GEDA)“, in denen Frauen etwas häufiger von chronischen Erkrankungen betroffen sind als Männer. Im höheren Alter, ab 75 Jahren, steigt der Anteil bei den Männern auf 80 % und bei den Frauen sogar auf 92 %. Allerdings lassen sich aus den GEDA-Daten keine genauen Rückschlüsse auf die gezählten Erkrankungen ziehen. Schlüsselt man nun die gezählten Erkrankungen in der vorliegenden Stichprobe noch genauer auf, so zeigt sich, dass insgesamt 14 % der männlichen und 12 % der weiblichen Probanden angaben, 5 oder mehr Erkrankungen zu haben. In der Altersgruppe der über 75-Jährigen waren deutlich mehr Probanden betroffen: 22 % der Frauen und 26 % der Männer. Zwischen 65 und 74 Jahren gaben allerdings nur 6 - 7 % der Probanden 5 oder mehr Erkrankungen an. Insgesamt ist eine hohe Anzahl von Erkrankungen (gleichzeitiges Vorliegen von mehr als 5 Erkrankungen) in der vorliegenden Stichprobe somit etwas weniger häufig als im Bundesdurchschnitt mit 20 - 34 % (je nach Alter und Geschlecht).

Bezieht man die Unfallstatistik mit ein, so haben Studien gezeigt, dass bei über 60-Jährigen multimorbiden Menschen im Vergleich zu Gesunden ein 2,6-fach höheres Risiko für die Verwicklung in einen Autounfall als PKW-Insasse (nicht näher bezeichnet) vorliegt (Holte, Albrecht, 2004).

Die von den Probanden genannten Erkrankungen sind der Übersichtlichkeit halber größtenteils in Gruppen zusammengefasst worden. Entsprechend der Daten aus der Gesundheitsberichterstattung des Bundes waren auch in dieser Stichprobe die häufigsten genannten Erkrankungen Bluthochdruck (55 %), Herz-Kreislauf-Erkrankungen (26 %), Gelenkerkrankungen (51 %) und Augenerkrankungen (42 %). Führend bei den Gelenkerkrankungen war die Arthrose, welche prozentual bei den Frauen häufiger vorlag (59 % vs. 45 %). Eine genauere Betrachtung und Diskussion der Vorerkrankungen mit einer detaillierteren Beschreibung sowie grafischer Darstellung und die Erhebung der eingenommenen Medikation mit genauer Beschreibung von Nebenwirkungen findet sich in der BAST-Publikation von 2012 (siehe 2.1). Rudimentär werden auch Daten zur Selbsteinschätzung

sowie die Augenerkrankungen der Probanden behandelt. An der dortigen Niederschrift dieser besagten Ergebnisse war ich als Ko-Autorin maßgeblich beteiligt.

Im Kontext der Unfallhäufigkeit ist zu beachten, dass die genannten Erkrankungen selbst als direkter Einflussfaktor auf die Fahreignung gewertet werden können, andererseits aber auch indirekt über einen zunehmenden Mangel an Fahrpraxis die Fahreignung beeinflussen können: Die oben erwähnte Low-mileage Bias. Studien haben schon vorher untersucht, ob die zunehmende Gebrechlichkeit im Alter (auch „Frailty“ genannt) zu einem zunehmenden Verzicht auf das Auto als Verkehrsmittel führt. Es konnte bewiesen werden, dass ältere Autofahrer, die als „frail“ klassifiziert wurden, um einiges häufiger der Gruppe der „low-mileage Driver“ zugeordnet werden können (Crowe et al., 2019; Bond et al., 2017). Diese Gebrechlichkeit ist allerdings verschieden definiert (Phänotyp nach Fried, CSHA-Frailty Index, Edmonton Frail Scale, LUCAS-Funktionsindex, etc.). Eine einheitliche Definition auch in Bezug auf psychische und physische Ursachen gibt es noch nicht, sodass sich verschiedene Studien, die den oben genannten Einfluss untersuchten, auch verschiedene Definitionen zu Grunde legten und damit nur bedingt vergleichbar sind.

Umgekehrt kann also möglicherweise durch die erhöhte Unfallrate bei einer geringeren Jahreskilometerleistung auch auf eine höhere Rate von Unfällen bei gebrechlichen, älteren Menschen geschlossen werden, setzt man voraus, dass diese sehr viel weniger Auto fahren. Mehrere Studien haben sich bereits mit der Low-Mileage Bias beschäftigt (siehe Einleitung) und kamen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Unfallrate der Autofahrer mit weniger jährlich gefahrenen Kilometern signifikant höher ist (z.B. Antin et al., 2017). Zusätzlich ist anzumerken, dass die mit steigendem Alter zunehmende Gebrechlichkeit einen großen Teil zu schwerwiegenderen Verletzungen bei Unfällen beizutragen scheint (Li et al., 2003; Meuleners et al., 2006). Personen über 75 Jahren haben eine deutlich höhere Unfalltodesrate pro gefahrener Meile (VMT = vehicle-mile of travel) als beispielsweise 30 - 59-Jährige. Außerdem konnte für die über 80-Jährigen sowohl die höchste Unfalltodesrate pro VMT als auch die höchste Wahrscheinlichkeit eines Unfalls mit tödlichem Ausgang, gemessen an allen Unfällen, nachgewiesen werden (jeweils im Vergleich zu 30 - 59-Jährigen, Li et al., 2003). Das Risiko an einer äquivalenten unfallverursachten Verletzung zu sterben wächst bei Männern pro zusätzlichem Lebensjahr um 2,52 % und bei Frauen um 2,16 % (Evans, 2001). Die Vulnerabilität des älteren Menschen scheint in erster Linie nichts mit der Fahreignung an sich zu tun zu haben. Ist sie allerdings ein Ausdruck der altersbedingten zunehmenden

Gebrechlichkeit mit sinkender selbst gefahrener Jahreskilometerleistung, so kann sie möglicherweise doch als Prädiktor für eine erhöhte Unfallrate herangezogen werden.

Chronische Erkrankungen, zu denen auch viele, die in der vorliegenden Probandengruppe genannt wurden, gehören, führen häufig sogar zu einer selbstgewählten Beendigung des Autofahrens.

Statistisch signifikant konnte nachgewiesen werden, dass u.a. die Herzinsuffizienz und eine schlechtere körperliche Beweglichkeit als Prädiktoren für eine selbstgewählte Einstellung des Fahrens gelten (Edwards et al., 2008). Ob hier jedoch das selbstgewählte Einstellen des Fahrens erst nach einem Unfall stattfand oder nicht, wurde nicht gefragt. Doch andersherum ist das Unfallrisiko bei z.B. muskuloskelettalen Erkrankungen, Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes mellitus und zerebrovaskulären Erkrankungen leicht bis moderat erhöht (Marshall, 2008).

#### **4.4.1 Diskussion Augenerkrankungen**

Die Augenerkrankungen waren insgesamt häufig in der Stichprobe vertreten. Entsprechend der epidemiologischen Daten, die bereits in der Einleitung dargelegt wurden, ist das auch in der vorliegenden Stichprobe relativ hohe Vorkommen von Katarakt, Glaukom oder altersbedingter Makuladegeneration nicht verwunderlich. Insgesamt nimmt die Angabe von Augenerkrankungen mit steigendem Alter zu. Diese Korrelation hat sich als signifikant herausgestellt.

##### **4.4.1.1 Die Katarakt**

Die häufigste genannte Augenerkrankung war die Katarakt. Diese wird in Zusammenhang mit dem Dämmerungssehen im nachfolgenden Kapitel diskutiert.

##### **4.4.1.2 Das Glaukom**

Das Glaukom stellte sich als die zweithäufigst genannte Augenerkrankung der Probanden heraus. Eine genauere Differenzierung konnte aufgrund mangelnder Angaben der Probanden (Unwissenheit) nicht vorgenommen werden. Eine Augeninnendruckmessung fand nicht statt. Die männlichen Probanden gaben deutlich häufiger an, unter einem Glaukom zu leiden, als die weiblichen. Knapp ein Drittel (5 der insgesamt 14 männlichen Probanden mit Glaukom) war in

der Altersgruppe 80 bis 84 Jahre zu finden. Eine signifikante Zunahme mit dem Alter war jedoch in der vorliegenden Stichprobe nicht zu verzeichnen. Ähnliches konnten schon Kapetanakis et al. 2016 in einem Review herausarbeiten. Diese zeigten jedoch, dass die Prävalenz des Glaukoms mit steigendem Alter deutlich zunimmt: von 2 % bei den 65-Jährigen über 3,8 % bei den 75-Jährigen bis hin zu 13 % ab 85 Jahren oder älter.

Durch das Vorliegen eines Glaukoms verändert sich häufig auch das Sehvermögen: Tiefenwahrnehmung, Kontrastsehvermögen, Sehschärfe und vor allem das Gesichtsfeld sind beeinträchtigt. Als eine der Hauptursachen für Erblindung weltweit, wird es häufig von älteren Menschen als normale altersbedingte Sehveränderung verkannt. Dies führt dazu, dass sich das Fahrverhalten bis zur Diagnosestellung häufig nicht verändert und das Übersehen von Objekten oder Menschen oder das Erkennen von Gefahren zum Problem wird: sogenannte Skotome, die subjektiv nicht wahrgenommen werden (Blane, 2016). Die Wahrscheinlichkeit in den letzten Jahren in einen selbstangezeigten Autounfall verwickelt gewesen zu sein, ist bis zu fünfmal höher bei Menschen mit Glaukom. Die Rate an den dabei Unfallverursachenden liegt sogar zehnmal höher (Haymes et al., 2007). Ein eingeschränktes Kontrastsehvermögen, betrachtet man es in diesem Fall als Glaukom-bedingte Folge, ist ebenfalls mit einer erhöhten Unfallrate assoziiert: Eine Untersuchung konnte zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines stark eingeschränkten Kontrastsehvermögens bei Autounfällen um ein Vielfaches höher liegt. Anders gesagt: Bei den betrachteten Autounfällen war das Kontrastsehvermögen mit höherer Wahrscheinlichkeit stark eingeschränkt (Owsley et al., 2001). Auch das Vorliegen von bereits ausgeprägten Gesichtsfeldausfällen geht mit einer signifikant höheren Unfallrate einher (Tanabe et al., 2011; McGwin et al., 2005). Die Datenlage ist jedoch im Fall von Gesichtsfeldausfällen und Unfallrate nicht komplett konsistent, da andere Studien hier keinen Zusammenhang finden konnten (z.B. Adler et al., 2005). Nachweisbar war jedoch, dass sich durch die Glaukom-bedingten Seheinschränkungen auch das Fahrverhalten, die Risikoeinschätzung und die Reaktion auf Gesehenes verändert (Coeckelbergh et al., 2002; Wood, Tyrrell et al., 2012). Gesichtsfeldausfälle führten häufiger zu einer schlechteren Leistung im Fahrsimulator oder bei Fahrtrainings, z.B. in Bezug auf Gefahren erkennen und Umgehen oder Erkennen von Schildern (Higgins et al., 1998; Wood et al., 2002; Carberry et al., 2006). Dies kann in Gefahrensituationen zum Problem für den Autofahrer selbst oder andere Verkehrsteilnehmer werden.

#### **4.4.1.3 Die altersabhängige Makuladegeneration**

Die altersabhängige Makuladegeneration ist in der vorliegenden Stichprobe nur sehr wenig vertreten (2 %). Eine Unterteilung in frühe und späte, trockene oder feuchte Variante wurde nicht vorgenommen. Im Vergleich zur übrigen Gesamtprävalenz in Europa liegt unsere Stichprobe mit nur 2 % insgesamt deutlich unterhalb des Durchschnitts (Colijn et al., 2017). Auch signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen waren nicht zu verzeichnen. In Anbetracht des sehr niedrigen Aufkommens erscheint eine Repräsentativität hier nicht gegeben.

#### **4.4.1.4 Netzhauterkrankungen**

Netzhauterkrankungen waren ebenfalls nicht häufig vertreten: 8 männliche (5 % der Männer insgesamt) und 8 weibliche (7,2 % der Frauen insgesamt) Probanden gaben an, hierunter zu leiden. Unter dem Begriff zusammengefasst wurden Netzhautablösungen, Retinadurchblutungsstörungen und -infarkte und auch die diabetische Retinopathie, sofern diese denn bekannt war.

Netzhauterkrankungen führen zu verschiedenen Einschränkungen der Sehqualitäten. Sehschärfeverluste, Gesichtsfeldausfälle oder komplette Erblindung folgen (RKI, DESTATIS, 2017). In Anbetracht der Tatsache, dass sich der Diabetes mellitus in der Weltbevölkerung in den letzten 30 Jahren fast verdoppelt hat und mit steigendem Alter deutlich zunimmt (Lebenszeitprävalanz ab dem 70. Lebensjahr: 22 %, Heidemann et al., 2013), ist davon auszugehen, dass auch die Rate der diabetischen Retinopathie zunimmt. In der Gutenberg-Gesundheitsstudie wurde gezeigt, dass bei 27 % der Untersuchten die Erstdiagnose eines Diabetes mellitus gestellt wurde und dieser somit bis dahin unbekannt war. Bei 21 % dieser Diabetiker wurde bereits eine Retinopathie festgestellt und bei 5 % wurde der Augenbefund als visusbedrohend eingeschätzt (Gerste, 2016).

Eine österreichische Studie konnte zeigen, dass 43 % der untersuchten Menschen mit Netzhauterkrankungen nicht mehr die gesetzlichen Anforderungen an das Sehvermögen für Kraftfahrer erfüllten (Emesz et al., 2002). Fahrsimulationen bewiesen, dass eine erhöhte Retinadicke im Rahmen der diabetischen Retinopathie, die den zentralen Bereich (die Fovea) einschließt, mit einer erhöhten Anzahl an Unfällen bzw. Fast-Unfällen einhergeht (Szlyk et al., 2004).

#### 4.5 Diskussion der Ergebnisse der Dämmerungssehtests

In Anlage 6 der Fahrerlaubnisverordnung gibt es für die in der Studie relevante Führerscheinklasse (B) keine Verpflichtung zur Testung von Kontrast- oder Dämmerungssehen, weder zum Erlangen des Führerscheins noch im weiteren Verlauf zum Erhalt. Es wird lediglich dazu geraten, bei Zweifeln am ausreichenden Sehvermögen zusätzlich eine augenärztliche Vorstellung anzuberaumen, die dann auch eine Testung von Dämmerungssehvermögen und Blendempfindlichkeit einschließen soll. Konsequenzen bei schlechtem Abschneiden, wie die Verweigerung eines Attests, sind allerdings nicht vorgesehen, sondern lediglich eine Beratung über die Gefahren bei nächtlichen Fahrten. Verpflichtende regelmäßige Untersuchungen hierfür gibt es lediglich für die Führerscheinklassen C und D sowie für die Fahrgastbeförderung. Doch heißt es auch hier in der Anlage 6 der FeV etwas schwammig: „Ausreichendes Kontrast- oder Dämmerungssehen geprüft mit einem standardisierten anerkannten Prüfverfahren einschließlich Prüfung der Blendempfindlichkeit“ ohne Vorgabe von Grenz- oder Richtwerten (siehe Anhang).

Im Gegensatz dazu legt die DOG (Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft) hier entsprechend klare Grenzwerte fest: Für die Führerscheinklasse B soll mindestens ein Kontrast von 1 : 23, besser noch 1 : 5, erkannt werden, sowie bei Nicht-Bestehen ggf. ein Nachtfahrverbot ausgesprochen werden. Setzt man eine Bestehensgrenze für das Dämmerungssehvermögen mit dem Mindestkontrast (mit und ohne Blendung) von 1 : 23 voraus, so konnten insgesamt 60 % der Probanden diese Anforderungen nicht erfüllen. Unterscheidet man weiterhin die Testung mit und ohne Blendung so stellt sich, wie erwartet, heraus, dass der limitierende Faktor in dieser Testreihe die Blendung ist: Nur 40 % der getesteten Probanden waren in der Lage den Kontrast 1 : 23 oder sogar niedrigere Stufen mit Blendung zu erkennen, während es ohne Blendung immerhin etwas über 70 % waren. Diese Ergebnisse wurden in ähnlichem Ausmaß auch schon 1970 von Aulhorn und Harms publiziert, welche damals die oben beschriebenen Grenzwerte, die noch heute verwendet werden, definierten. Später wurde dies auch durch Scharwey et al. bestätigt.

Durch die DOG wird zwar der Grenzwert 1 : 23 vorgeschlagen, allerdings erscheint der Gesellschaft in Anbetracht der Datenlage ein Grenzwert von 1 : 5 deutlich sinnvoller. Legt man diesen zu Grunde, so erreichen lediglich 23 % aller Probanden als gerade noch erkannten

Kontrast diese Stufe. Auch hier wird das Erreichen dieser Stufe durch die Blendung limitiert (ohne: 69 %).

Sieht man die erhöhte Blendempfindlichkeit mit verminderter Kontrastwahrnehmung bzw. Dämmerungssehvermögen im Kontext der mit dem Alter steigenden Rate an Katarakten und anderer Augenerkrankungen (Lachenmayr, 1989; Aulhorn und Harms, 1970; Jackson et al., 1999, etc.) so überraschen die Ergebnisse nicht.

Auch im vorliegenden Probandenkollektiv gaben 16 % an, aktuell eine Katarakt zu haben, während 20 % sogar schon eine diesbezügliche Operation hinter sich hatten. Legt man epidemiologische Daten auch diesem Kollektiv zu Grunde, so ist davon auszugehen, dass zwischen 14 und 45 % der >65-Jährigen eine Katarakt haben (Klein et al., 1998). Entsprechend den Daten der Beaver Dam Eye Study zeigten sich auch in diesem Kollektiv mehr Frauen als Männer betroffen, sowie eine Zunahme der Erkrankung mit steigendem Alter. Auch an die Möglichkeit von zusätzlicher Blendempfindlichkeit und herabgesetztem Dämmerungssehvermögen durch eine bereits eingesetzte Kunstlinse (Pseudophakie) ist zu denken. 20 % der untersuchten Probanden gaben an, aufgrund einer Katarakt an mindestens einem Auge operiert und somit mit einer Kunstlinse ausgestattet worden zu sein. Frühere Studien hatten schon gezeigt, dass bei 60 - 96 % der Menschen mit Pseudophakie, je nach Begleiterkrankung oder Vorselektion, keine Nachtfahrtauglichkeit vorlag (Lachenmayr, Pateras, 1987; Großkopf et al., 1998), da die Anforderungen an das Dämmerungssehen und die Blendempfindlichkeit nicht erreicht werden konnten. Schon 1990 kamen Owsley et al. zu dem Ergebnis, dass im Vergleich zu älteren Augengesunden ein 2,5-fach erhöhtes Unfallrisiko bei älteren Menschen mit beidseitiger Katarakt vorliegt. Die gleiche Autorin konnte 2002 in den USA eine halb so hohe Unfallrate für Katarakt-Operierte im Vergleich zu nicht operierter Katarakt nachweisen (Owsley et al., 2002). Weiterführende Untersuchungen diesbezüglich kamen zu dem Ergebnis, dass Unfälle in der Vorgeschichte von Katarakt-Erkrankten sechs- bis achtmal mehr mit einem reduzierten Kontrastsehen einhergingen. Anders ausgedrückt: Eine signifikante Assoziation mit einem reduzierten Kontrastsehen, sowohl auf einem als auch auf beiden Augen, und der Unfallrate konnte nachgewiesen werden (Owsley et al., 2001). Ähnliches zeigte sich in einer australischen Studie: 23 % der Menschen mit einer Katarakt, die sich einer Operation unterziehen wollten, waren aufgrund des schlechten Sehens bis zu diesem Zeitpunkt illegal gefahren (Pager et al., 2004).



Doch warum ist eine reduzierte Kontrastwahrnehmung mit einer höheren Unfallrate assoziiert? Die Ursache ist möglicherweise mit einem langsameren Erkennen oder Wahrnehmen von Gefahren- und Risikosituationen erklärt (Horswill et al., 2008), gänzlich kausal nachweisbar war dies jedoch bislang noch nicht. Dennoch sahen auch Marrington et al. 2008 in einer Testreihe diesen Zusammenhang.

Betrachtet man dies im globalen Kontext mit der hohen Rate an Katarakten in der Weltbevölkerung, sowie der erwiesenen Zunahme im Alter (siehe Einleitung), summiert sich eine hohe Zahl von Menschen auf, die unter Umständen so nicht aktiv am Straßenverkehr teilnehmen dürften.

Auch in Anbetracht der massiv gestiegenen Rate an Katarakt-Chirurgie in den vergangenen Jahren ist es wichtig, die Auswirkungen genaustens zu kennen (siehe 4.5: u.a. Einschränkung des Dämmerungssehvermögens, erhöhte Blendempfindlichkeit durch Kunstlinse). Die Katarakt-Operation ist weltweit eine der häufigsten durchgeführten Operationen überhaupt. In Deutschland werden jährlich ca. 600.000 solcher Operationen durchgeführt. (Kohnen et al., 2009). In den USA stieg die Rate der Katarakt-Chirurgie bei über 65-Jährigen um das 2,4-Fache zwischen 1987 und 2004, in Australien um das 1,4-Fache von 2000 auf 2005 (Erie, 2014). Die Folgen nach einer solchen Operation gilt es zu erkennen, um über Konsequenzen, wie eine Einschränkung der Fahrerlaubnis (z.B. ein Nachtfahrverbot) entscheiden zu können.

Insgesamt nimmt in der vorliegenden Stichprobe die Fähigkeit des Erkennens der verschiedenen Dämmerungskontraststufen sowohl mit als auch ohne Blendung mit steigendem Alter deutlich ab. Die physiologischen Alterungsprozesse, die das Auge betreffen, sowie die damit einhergehenden Einbußen an Sehkraft, scheinen also auch im vorliegenden Patientenkollektiv eine zunehmende Rolle zu spielen, je höher das Alter ist. Ob nun bereits eine Katarakt vorlag oder lediglich Linseneinlagerungen, Mangelversorgung der Retina und fehlende Linsenelastizität ursächlich für die zunehmende Blendempfindlichkeit bzw. den Mangel an Kontrastsehvermögen war, wurde am vorliegenden Kollektiv nicht untersucht. So können nur indirekt Rückschlüsse, z.B. mittels der Selbstauskunft über die eigene Blendempfindlichkeit oder der Mesotest-Untersuchung, auf deren Vorliegen gezogen werden.

#### **4.6 Diskussion der Ergebnisse des Visustests**

In der FeV Anlage 6 werden für das Erlangen der hier relevanten Fahrerlaubnis (Klasse B) klare Grenzwerte für die Sehschärfe definiert: Visus auf beiden Augen mindestens 0,7, auch nach Korrektur durch eine Sehhilfe möglich. Bei Nicht-Bestehen des Sehtests muss dann eine entsprechende augenärztliche Vorstellung mit Kontrolle von weiteren Sehfunktionen erfolgen, wenn eine Fahrerlaubnis weiter angestrebt wird (siehe 1.3). Hierbei kann auch eine Sehschärfe von nicht unter 0,5 auf beiden Augen oder auf dem besseren Auge akzeptiert werden. In der hier durchgeführten Untersuchung wurde zwar mon- und binokular getestet, die Auswertung erfolgte dann aber für die beidäugige Testung, da dies für das Autofahren relevant ist und lediglich 5 Probanden von einem Sehverlust auf einem Auge berichteten. Bei unendlicher Prüfdistanz wurden alle 270 Probanden diesem Test unterzogen.

Immerhin 84 % der Probanden erreichten einen Visus von 1,0 oder 0,7 und entsprachen damit formell den Anforderungen an die Sehschärfe. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die beidäugige Testung mit eigener Sehhilfe durchgeführt wurde, weshalb das gute Ergebnis nicht erstaunt. Die männlichen Probanden konnten durchschnittlich bessere Sehschärfewerte erreichen als die weiblichen. In dem vorliegenden Kollektiv nahm die Sehschärfe mit zunehmendem Alter leicht ab. Differenziert man zwischen Männern und Frauen, so fiel der Mangel an Sehschärfe mit steigendem Alter hauptsächlich bei den weiblichen Probanden ins Gewicht. Da nicht ohne Sehhilfe getestet wurde, ist keine Aussage über die durch die Sehhilfe vorgenommene Korrektur möglich. Somit kann keine Beurteilung einer altersbedingten Abnahme der unkorrigierten Sehschärfe vorgenommen werden.

Unterhalb der Mindestanforderungen lagen insgesamt 14 % der Probanden: 39 der 270 Probanden konnten als maximale Visusstufe nur 0,32 erreichen. Wie oben schon erwähnt ist die Anzahl der weiblichen Probanden mit 18% hier höher als die der männlichen mit nur 12 %. Einschränkend ist allerdings hinzuzufügen: Da 0,5 als Visusstufe nicht getestet wurde, ist es möglich, dass einige der Probanden nach augenärztlicher Vorstellung und Kontrolle weiterer Sehfunktionen (siehe Einleitung 1.3, Anforderungen an das Sehvermögen nach Anlage 6 der FeV) den erweiterten Anforderungen der FeV doch entsprechen könnten. Im Rahmen dieser Arbeit wurde entsprechend der Anforderungen an den allgemeinen Sehtest, nach FeV Anlage 6, 1.1, die Bestehensgrenze bei Visus 0,7 festgelegt. Demnach kann nur eine Aussage über die korrigierte Sehschärfe auf beiden Augen getroffen werden.

Eine Voraussetzung zur Teilnahme am Test war die Sehhilfe, falls vorhanden, genauso zu nutzen wie bei der Teilnahme im alltäglichen Straßenverkehr bzw. wie dieses im Führerschein vermerkt ist. Der Visus, der hier gemessen wurde, entspricht also dem bestmöglich korrigierten Visus.

Diese Voraussetzung annehmend, fahren die 14 % der Probanden, die nicht die Mindestvisusgrenze erreichten, mit sehr schlechter Tagessehschärfe Auto – trotz vorhandener Sehhilfe. Dennoch wurde schon 2007 in einer Studie gezeigt, dass die Tagessehschärfe kein guter Unfall-Prädiktor des älteren Menschen ist (Rubin et al., 2007). Allerdings beruft sich diese Studie nur auf einen beobachteten Zeitraum von 7 Jahren. Außerdem wurde keine Analyse bezüglich Unfallart, -hergang oder -schwere durchgeführt.

Die Probanden wurden um die Selbsteinschätzung ihrer Sehfähigkeit mit vorhandener Sehhilfe gebeten. Es entschieden sich 70 % der Probanden für ein „gut“ mit Sehhilfe, ohne diese waren es nur noch 39 %. Da die durchgeführte Visusuntersuchung nur mit vorhandener Sehhilfe erfolgte erscheint es nicht verwunderlich, dass ein signifikanter Unterschied zur gemessenen Sehschärfe nicht gefunden werden konnte.

Die in dieser Untersuchung festgestellte signifikant schlechtere Sehschärfe der weiblichen im Vergleich zu den männlichen Probanden wurde ähnlich auch schon in „The Beaver Dam Eye Study“ nachgewiesen. Man ging sogar so weit das weibliche Geschlecht sowie das zunehmende Alter, unabhängig voneinander, als Prädiktoren für eine schlechtere Sehschärfe zu beschreiben (Klein et al., 1991). Gründe hierfür mögen vielfältig sein. Die klar mit dem zunehmenden Alter assoziierte altersabhängige Makuladegeneration geht zwar mit einer Abnahme der zentralen Sehschärfe einher, ist aber nicht signifikant geschlechtsabhängig (Korb, Kottler, Wolfram, 2014). Erkrankungen des Auges, die mit einem Verlust der Sehschärfe einhergehen, wie die diabetische Retinopathie, sind nicht geschlechtsabhängig auftretend (Nationale Versorgungsleitlinie Diabetes, 2015). Eine Ausnahme bildet die Katarakt, die bei Frauen deutlich häufiger anzutreffen ist und deshalb hier eine Rolle spielen könnte (Klein et al., 1998).

Es gibt jedoch keine Hinweise in der Literatur oder den Unfallstatistiken, die es erlauben, dem weiblichen Geschlecht aufgrund einer zunehmend schlechteren Tagessehschärfe eine erhöhte Unfallgefahr zu unterstellen.

#### **4.7 Die sehfähigkeitsbezogenen Risiken bei der aktiven Teilnahme am Straßenverkehr**

Verschiedenste Veränderungen des alternden Auges rufen ebenso vielfältige Veränderungen und/oder Einbußen der Sehqualitäten hervor.

Eine erhöhte Blendempfindlichkeit, Gesichtsfeldausfälle, eine reduzierte Sehschärfe bis hin zur Blindheit oder ein vermindertes Dämmerungssehvermögen sind in der Regel die Folgen von Augenerkrankungen wie Glaukom, Katarakt, diabetischer Retinopathie und altersabhängiger Makuladegeneration (RKI, DESTATIS, 2017). Alle diese Erkrankungen sind mit zunehmendem Alter deutlich häufiger anzutreffen (Buch et al., 2001). Im Umkehrschluss ist davon auszugehen, dass die Einbußen der Sehqualitäten ebenfalls mit steigendem Alter zunehmen. In der uns vorliegenden Kohorte sind, wie oben beschrieben, diese Erkrankungen in größerer Anzahl benannt worden. Aufgrund des höheren Alters der Probanden (> 65 Jahre) verwundert dies nicht.

Glaukom-bedingte Veränderungen der Sehleistung führen mitunter nicht nur zu einem schlechteren Abschneiden im Fahrsimulator oder bei Fahrtrainings sondern auch zu veränderten Reaktionszeiten oder schlechterem Erkennen von Gefahrensituationen oder Hinweisschildern (Coeckelbergh et al., 2002; Wood, Tyrrell et al., 2012; Higgins et al., 1998; Wood et al., 2002; Carberry et al., 2006). Das Glaukom gehört auch in der vorliegenden Arbeit mit insgesamt 7,4 % zu den häufigeren Augenerkrankungen. Untersuchungen von z.B. Reaktionsvermögen oder Fahrsimulationen sind nicht Teil dieser Arbeit und können in der BASt-Publikation (siehe oben) nachgelesen werden.

Die diabetische Retinopathie, als eine der Folgen des Diabetes mellitus, führt nicht nur zu einer Minderung des Visus bis hin zur Erblindung, sondern kann damit auch zu einer erhöhten Rate an Unfällen beitragen (Szlyk et al., 2004).

Insgesamt gehen eine erhöhte Blendempfindlichkeit sowie Gesichtsfeldausfälle mit einer erhöhten Unfallrate einher (Tanabe et al., 2011; McGwin et al., 2005; Rubin et al., 2007). Auch ein eingeschränktes UFOV (siehe 4.7.1) zeigt ein höheres Unfallrisiko (Rubin et al., 2007).

Die Blendempfindlichkeit ist bei Katarakt-Patienten erhöht, auch ein reduziertes Dämmerungs- und Kontrastsehvermögen kann vorliegen. Das Unfallrisiko von Katarakt-Erkrankten liegt um das 2,5-fache höher als bei augengesunden Menschen (Owsley et al., 1990; Elliott, Gilchrist,

Whitaker, 1989). Die Unfallanamnese ist im Rahmen dieser Arbeit nicht erhoben worden, weshalb diese, im Fall der Katarakt-Erkrankten im Kollektiv, nicht mit Augengesunden verglichen werden kann.

Bei einem Vorhandensein von Netzhauterkrankungen, Glaukom oder Katarakt liegt signifikant häufiger nur noch eine eingeschränkte bzw. gar keine Fahreignung, auf Grundlage der Anforderungen an die Sehfähigkeiten für die Teilnahme am Straßenverkehr, mehr vor (Lachenmayr, Pateras, 1987; Großkopf et al., 1998; Emesz et al., 2002; Pager et al., 2004).

#### **4.7.1 Useful Field of View (UFOV)**

Im Rahmen dieser Studie nicht untersucht wurde das sogenannte „Useful Field of View“ (UFOV). Die Aufmerksamkeit zu teilen und auf mehrere Objekte, auch aus verschiedenen Richtungen kommend, gleichzeitig zu achten und schnelles Finden, Lokalisieren und Benennen von Objekten im äußeren Gesichtsfeld gehören zum UFOV. Dies setzt unter anderem gutes Sehen und höhere kognitive Fähigkeiten, wie z.B. eine geteilte Aufmerksamkeit, voraus. Ein Test am Computer wird zur Messung herangezogen (Wood, Owsley, 2014).

Erwähnt werden soll es an dieser Stelle, weil Studien zeigten, dass eine signifikante Einschränkung der UFOV bei älteren Menschen mit einem sechsfach höheren Unfallrisiko in den vergangenen 5 Jahren und einem 13-fach erhöhten Risiko für verletzungsträchtige Unfälle assoziiert ist (Edwards, Vance et al., 2005; Owsley, Ball et al., 1998). Die Verarbeitungsgeschwindigkeit visueller Reize ist dabei als ein Hauptvorhersagefaktor des Fahrvermögens in komplexen Situationen identifiziert worden (Wood, Chaparro et al., 2012).

Da man zusätzlich nachweisen konnte, dass ein reduziertes UFOV mit Mobilitätseinschränkungen und Sturzneigung assoziiert ist (Vance et al., 2006; Owsley et al., 2004) bietet sich hier zumindest ansatzweise die Möglichkeit mit einer Verbesserung des einen auch eine Verbesserung des anderen herbeizuführen. Unter anderem das Training der Verarbeitungsgeschwindigkeit visueller Reize am Computer könnte zu einer Verbesserung des UFOV beitragen und das Unfallrisiko mindern (Edwards, Wadley et al., 2005).

Hier liegt möglicherweise eine praktikable und realitätsrelevante Testmöglichkeit für ältere Autofahrer.

## **4.8 Material- und Methodenkritik**

### **4.8.1 Methodenkritik**

Der Anspruch an die Studie war, eine möglichst repräsentative Stichprobe zu generieren. Die eingesetzten Rekrutierungsmechanismen bargen allerdings das Risiko eines verzerrten Abbildes der Realität. Zum einen wurde über zwei nacheinander abgedruckte Artikel in der Süddeutschen Zeitung nach Probanden gesucht. Hierbei entstand vielleicht ein Selektionsfehler, da man den Lesern der Süddeutschen Zeitung möglicherweise ein über dem Durchschnitt liegendes Bildungsniveau unterstellen kann. Dieser Rekrutierungsmechanismus stand damit nur einer bestimmten Gruppe Menschen überhaupt zur Verfügung.

Die Rekrutierung über ein lokales Münchner Wochenblatt hat diese Lücke möglicherweise geschlossen.

Zum anderen war die Teilnahme an der Studie insgesamt freiwillig, sodass vermutlich niemand teilnahm, der an seiner Fitness zweifelte. Hierfür spricht, die häufige Antwort auf die Frage nach dem Teilnahmegrund: Man möchte sich seine Fitness bestätigen lassen. Diese Antworten wurden allerdings nicht standardisiert erfasst.

Die Beschäftigung mit der Thematik des Führens eines Führerscheins im Seniorenalter setzt auf jeden Fall eine selbstkritische Haltung zum eigenen Fahrvermögen voraus. Die Teilnahme an Informationsveranstaltungen der Polizei, über die ebenfalls Probanden rekrutiert wurden, geht über bloßes Interesse an dem Thema hinaus und setzt möglicherweise diese Selbstreflexion voraus.

Zusätzlich beruhte die Möglichkeit einer richtigen Auswertung der Fragen auf der Ehrlichkeit der Probanden. Diese ist letztendlich jedoch nicht überprüfbar. Die korrekte oder nicht korrekte Angabe von Medikamenten, Vorerkrankungen oder Tagesmüdigkeit sind dabei nur als einige relevante Punkte zu nennen. Des Weiteren muss der Proband über den eigenen Gesundheitszustand informiert sein, um der Wahrheit entsprechende Aussagen machen zu können.

Diese auf der freiwilligen Teilnahme basierend entstandenen Rekrutierungsfehler könnten z.B. durch eine verpflichtende Teilnahme an ähnlichen Tests nach polizeilich aufgenommenen Unfällen oder regelhaft ab einem gewissen Alter reduziert werden.

#### 4.8.2 Materialkritik

Sämtliche medizinische Tests mit den Probanden wurden von einem einzigen Untersucher durchgeführt. Dadurch kann ein gewisser Grad der Standardisierung bei der Durchführung der Tests mit allen 270 Probanden vorausgesetzt werden. Nichtsdestotrotz sollte bei aller Standardisierung oder Neutralität berücksichtigt werden, dass untersucherabhängige Parameter, wie z.B. die Erfahrung in Bezug auf Auskultation, die Art der Fragestellung, der zeitliche Aufwand, das Engagement und die Tagesform, eine körperliche Untersuchung beeinflussen.

Stichprobenartige Supervision oder Unterweisung durch einen 2. Kollegen erhöht anzunehmenderweise die Qualität der Untersuchung.

Die verwendeten Geräte Rodatest 302 und Mesotest Iib werden auch heute noch in der Augenheilkunde genutzt (siehe Empfehlungen der DOG, 2018).

Prinzipiell wurde die Messung am Mesotest Iib entsprechend DIN 58220-T1 durchgeführt (Gebrauchsanweisung Mesotest Iib, Wesemann et al., 2010). Die verwendete Umfildleuchtdichte von  $0,032 \text{ cd/m}^2$  soll den Lichtverhältnissen in der Dämmerung oder im (abgeblendeten) Scheinwerferlicht entgegenkommender der Kraftfahrzeuge entsprechen (Gebrauchsanweisung Mesotest Iib). Das Nachstellen der Lichtverhältnisse im Straßenverkehr erscheint allerdings sehr komplex. Unter anderem könnte man sich vorstellen, dass in der Realität folgende Faktoren die Lichtverhältnisse grundsätzlich zusätzlich stark beeinflussen: Die Sonne geht unter, dadurch entstehen unterschiedliche Blendeffekte; es schneit, ist neblig oder regnerisch, wodurch sich die Kontrastverhältnisse vermindern können (Ginsburg, 1987); die Scheinwerferhelligkeit und -blendung, die Ausleuchtung der Umgebung und die Reichweite unterscheiden sich je nach Typ (Xenon, LED, Halogen, etc., Autozeitung, 2020; ADAC, 2019; Völker, 2017). Die Nachstellung all dieser verschiedenen Einflussfaktoren in einer einzigen Untersuchung erscheint kaum umsetzbar. Dennoch wird die Untersuchung am verwendeten Gerät durch die DOG empfohlen und z.B. in der Zulassung für andere Führerscheinklassen (C und D) standardisiert verwendet - und dies bereits seit 35 Jahren (siehe Empfehlungen der DOG, 2018; DOG, 2011).

In der Durchführung kam es jedoch zusätzlich auch auf die Compliance der Probanden an. Gerade in der Phase der Dunkeladaptation konnte schon eine kurzzeitige Entfernung aus dem Dunkelbereich (aus der Einblickmuschel) mit geöffneten Augen zu einer anschließenden

Verzerrung der Ergebnisse führen (erneute Sensibilisierung der Stäbchen und Zapfen). Fälschlicherweise schlechtere Ergebnisse der Dämmerungssicht könnten die Folge sein (Alexander, 2010; Schmidt-Clausen, Freiding, 2004). Nur wenn die Störung bemerkt wurde, konnte auch entsprechend mit einer neuen Adaptationszeit begonnen werden. Genaue Beobachtung des Probanden während dieser Phase minimierte das Risiko einer Unterbrechung erheblich. Die Adaptationszeit von nur 5 Minuten zeigte in vorherigen Untersuchungen keine Unterlegenheit zu einer längeren Adaptationszeit (Schmidt-Clausen, Freiding, 2004; Aulhorn, Harms, 1970; Scharwey, et al., 1998; Rassow, 1999)

Die Verwendung des Rodatest 302 erfolgte entsprechend den Vorgaben der FeV mit Landoltringen nach ISO 8596 und DIN 58220 mit einer unendlichen Prüfdistanz (Wesemann et al., 2010). Aus Zeitgründen entschieden wir uns für das Erkennen von insgesamt 5 Landoltringen und nicht für die ebenfalls standardmäßig mögliche Zahl von 10 Ringen pro Visusstufe. Anders als bei der Sehtestprüfung zum Erhalt der Fahrerlaubnis wurden die Sehtests auf die für die Arbeit relevanten Untersuchungen beschränkt: Getestet wurde jeweils nur mit eigener Sehhilfe, sofern diese regulär zum Autofahren verwendet wurde. Diese Beschränkung erschien deshalb sinnvoll, da die durchgeführten Untersuchungen nicht dazu dienten, die Sehhilfe anzupassen bzw. einen unkorrigierten Visus zu ermitteln, sondern die Situation wie regulär durch den Probanden im Straßenverkehr praktiziert zu simulieren. Gleichzeitig verkürzte sich die Untersuchungsdauer dadurch.

Weitere Fehlerquellen für beide verwendeten Sehtestgeräte, wie eine unbemerkte Verstellung der Leuchtdichte oder der Kontrastwerte, das Beschlagen der eigenen Brille während der Untersuchung oder Ermüdungserscheinungen der Augen der Probanden lassen sich nicht gänzlich eliminieren, .

Die Verwendung von IBM SPSS Statistics erfordert eine gründliche Einarbeitung sowie Erfahrung mit statistischer Auswertung. Die korrekte Verwendung der Tests ist hierfür essentiell und sollte standardisiert durch Statistiker überprüft werden. Im vorliegenden Fall wurden die Auswertungsmodalitäten mit Hilfe einer Biostatistikerin überprüft.

Microsoft Word und Excel gehören zur Standardausstattung eines PCs mit Microsoftbetriebssystem. Grundkenntnisse sind damit jedem zu unterstellen, der mit einem solchen PC arbeitet. Das Verwenden von Tabellen und Diagrammen aus dem Excelprogramm beruht auf subjektiv ästhetischen Gesichtspunkten.



#### **4.9 Vergleich verkehrsmedizinischer Daten und Voraussetzungen mit anderen Ländern**

Die Idee, den Führerscheinbesitz an die körperliche Fitness zu knüpfen, ist nicht neu und wird in einigen Ländern Europas und der restlichen Welt auch praktiziert. Beispielsweise erwirbt man in Irland den Führerschein für maximal 10 Jahre, ab 67 Jahren muss alle 3 Jahre eine Verlängerung beantragt werden. Ab dem 70. Lebensjahr ist sogar eine medizinische Überprüfung der Gesundheit vorgeschrieben, diese beinhaltet auch einen Sehtest (RSA, National Driver Licence Service Ireland, 2020).

Australien fordert von den über 75-Jährigen jährliche medizinische Untersuchungen. Diese beinhalten zumindest eine Visusprüfung. Darüber hinaus wird evaluiert inwieweit kognitive Einschränkungen vorliegen, ob Medikamente eingenommen werden, die die Fahreignung einschränken und ob weitere medizinische Tests erforderlich sind, um den Führerschein zu verlängern (ACT Government, 2020).

Anders sieht es da in den USA aus. In Washington DC beispielsweise, ist für den Erhalt des Führerscheins generell ein Sehtest vorgeschrieben (Visusprüfung und horizontale Perimetrie). Der Führerschein gilt für 8 Jahre. Verschiedene Erkrankungen, wie Glaukom, Katarakt, Epilepsie, etc., machen eine ärztliche Vorstellung erforderlich. Ab dem 70. Lebensjahr müssen bei der Verlängerung des Führerscheins eine ärztliche Vorstellung und ein Sehtest erfolgen. Wenn man als unsicherer Fahrer durch die Polizei, Freunde oder Familie den Behörden gemeldet wird, wird ebenso, unabhängig vom Alter, eine ärztliche Vorstellung und ggf. ein Sehtest angeordnet (Department of Motor Vehicles, Washington DC, 2020).

2017 zeigte ein Vergleich der OECD-Länder in Bezug auf ihre Unfallrate mit tödlichem Ausgang pro 100.000 Einwohner, Deutschland an 11. Stelle von 35 teilnehmenden Ländern (beginnend mit der niedrigsten Rate). Erstaunlicherweise liegen die USA, als vergleichbare Industrienation, mit einer Rate von 11,41/100.000 Einwohner fast dreimal so hoch wie die Deutschen mit 3,85/100.000. Allen Ländern gemein ist die stetig sinkende Zahl an fatalen Autounfällen seit 1990. Auch eine Aufteilung in Altersgruppen zeigt für Deutschland eine Unfallrate mit Todesfolge (pro 100.000 in der entsprechenden Altersgruppe) im oberen Mittelfeld (wieder beginnend mit der niedrigsten Rate): Die Rate der unter 24-Jährigen ist ähnlich wie die der über 65-Jährigen (5,4 vs. 5,7). Bei den 25-64-Jährigen liegt sie im Gegensatz dazu bei nur 3,6. Im Vergleich die der über 65-Jährigen in den USA: 13,3.

Irland liegt sowohl in der zusammengefassten Unfallrate pro 100.000 Einwohner als auch in der altersverteilten Berechnung der über 65-Jährigen jeweils mit leicht niedrigeren Raten vor Deutschland, während Australien für beide Statistiken leicht höhere Berechnungen als Deutschland aufweist (International Road Safety Comparisons, 2017).

Geht man hier weiter ins Detail so zeigte sich 2019, dass die über 65-Jährigen in Irland die höchste Todesrate der Autofahrer aufwiesen, auch höher als die der Altersgruppe unter 35 Jahren. Schaut man sich auch noch die Tageszeit an, in der sich die meisten tödlichen Autounfälle ereigneten (12 - 20 Uhr), scheint schlechte Sicht eher kein Problem darzustellen (RSA, Ireland, 2019). Haben also die verpflichtenden Überprüfungen der Gesundheit und des Sehvermögens nur wenig bis gar keine Auswirkungen, wird falsch oder nicht ausreichend geprüft oder ist letztlich die Tatsache, dass ältere Menschen aufgrund ihrer Vulnerabilität/Frailty eher an vergleichbaren Unfällen sterben, die Ursache dafür? Nichtsdestotrotz konnte Irland im Vergleich von 2010 und 2018 die Unfallrate mit Todesfolge um 30 % senken und bekam dafür 2019 auch den „ETSC Road Safety Performance Index (PIN) Award“ (European Transport Safety Council, 2020). Irland bietet, ähnlich wie Deutschland, seit 2017 die Möglichkeit, im Rahmen der medizinischen Untersuchung Führerscheinbeschränkungen zu verhängen, z.B. nicht schneller als 80 km/h fahren, nur bei Tageslicht fahren, etc. Dies wird dann direkt auf dem Führerschein vermerkt (sog. Internationale Schlüsselziffern). In den nationalen Leitlinien werden z.B. zusätzlich bei progredienten Augenerkrankungen Kontrollen alle 1 bis 3 Jahre empfohlen (RSA Guidelines, 2019).

Insgesamt hat jedoch in Europa jedes Land seine eigenen Regularien und Sehtests zum Erlangen oder Verlängern des Führerscheins. In Belgien wird z.B. zusätzlich das Dämmerungssehen überprüft, in Bulgarien das Farbsehen. In einer Gegenüberstellung der EU-Länder haben 8 von 26 untersuchten Ländern gar keine Voraussetzungen für eine Verlängerung des Führerscheins. Hierzu gehört auch Deutschland. Finnland und Ungarn führen dahingegen schon ab dem 40. bzw. 45. Lebensjahr einen Sehtest durch. Einige andere Länder in Europa entschieden sich für Sehtests ab dem 50., 60. oder 65. Lebensjahr, teilweise alle 3 bis 5 Jahre zu wiederholen. Ab 70, 75 oder 80 Jahren verkürzt sich die Frequenz oft auf alle 1 bis 2 Jahre. Die ECOO strebt nach einem europäischen Konsens anhand weiterer zu erhebender Forschungsergebnisse in Bezug auf die verschiedenen Sehqualitäten und das Autofahren. Insgesamt scheint aber in Bezug auf die geforderten Qualitäten Visus und Gesichtsfeld

Einigkeit zu herrschen. Die ECOO empfiehlt einheitlich einen beidäugigen Visus von 0,5 und ein Gesichtsfeld von 120° in der horizontalen Ebene. Kritisch wird indes weiter diskutiert, was die richtigen Normwerte für Kontrast- und Dämmerungssehen und Blendempfindlichkeit sind. Der ECOO zufolge ist dies der Grund für mangelnde oder fehlende Tests diesbezüglich in den EU-Staaten (ECOO Working Group, 2017).

#### **4.10 Kritische Betrachtung der Fahreignung**

Orientiert man sich an den Kriterien der DOG, so käme man zu dem Ergebnis, dass für 40 % der untersuchten Probanden ein Nachtfahrverbot auszusprechen wäre. Da Defizite in der Dämmerungssicht auch an Regentagen (erhöhte Blendgefahr), bei Nebel oder an trüben Tagen (Kontrastarmut), deutlich zum Tragen kommen, stellt sich die Frage, ob die geforderte Fahreignung überhaupt noch vorhanden ist. Eine Definition oder Unterscheidung von Sonnentag, Regentag, trüber, dämmeriger, nebliger oder bewölkter Tag erscheint im Alltag nicht praktikabel. Der bürokratische Aufwand bei Kontrolle und Überprüfung, sowie der Eintrag im Führerschein durch die Behörden, ausführliche Sehtestung, Schulung der Kontrollinstanzen usw., erscheint im Vergleich recht hoch. Im Umkehrschluss erscheint die Erteilung eines kompletten Fahrverbotes deutlich einfacher.

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, fanden Lachenmayr et al. 1998 heraus, dass sowohl die Dämmerungssicht als auch die Tagessehschärfe bei Unfallfahrern signifikant schlechter war als in einem Kontrollkollektiv unfallfreier Autofahrer. Dies galt insbesondere für die Unfälle in Dämmerung oder Dunkelheit.

Während das Nachlassen der Tagessehschärfe auch in der Literatur eher nicht als Unfall-Prädiktor behandelt wird, so gilt dieses indes doch für ein nachlassendes Dämmerungssehvermögen (Rubin et al., 2007). Ein eingeschränkter Visus ist allenfalls als schwacher Prädiktor für ein erhöhtes Unfallrisiko zu werten (Owsley, Ball et al., 1998).

Eine mögliche weitere unfallverursachende Einschränkung der Sehfähigkeit ist z.B. der Gesichtsfeldausfall. Dieser ist in der Regel hervorgerufen durch das Glaukom (siehe oben 4.4.1.2) oder auch durch Durchblutungsstörungen der Retina oder zerebrale Insulte (Hemianopsie/Quadrantenanopsie). Teilweise ausgeprägte Gesichtsfeldausfälle resultieren (DEGAM, 2020, Mirshahi, et al., 2008). Eine Schweizer Untersuchung zeigte bei 28

Autounfallverursachern mit relevanten Gesichtsfelddefekten 34 Unfälle (Schneebeil, 2012). Auch Rubin et al. fanden bereits 2007 heraus, dass beidäugige Gesichtsfeldausfälle als Unfallprädiktor gelten.

Das Kontrastsehvermögen, welches durch einige Augenerkrankungen (z.B. Glaukom, Katarakt) eine Einschränkung erfährt (Blane, 2016; Owsley et al., 2001), wurde schon häufig in Bezug auf eine Assoziation mit einer erhöhten Unfallrate untersucht. Viele Studien zeigten allerdings keine konsistenten Ergebnisse bezüglich einer Erhöhung der Unfallrate durch ein reduziertes Kontrastsehvermögen (z.B. Ball, et al., 1993, Owsley, Ball, et al., 1998). Owsley et al. differenzierten allerdings 2020 in einer Studie zwischen dem photopischen (Sehen bei ausreichender Helligkeit) und mesopischen (Sehen in der Dämmerung/Nacht) Kontrastsehen. Für das photopische Kontrastsehen konnte keine erhöhte Unfallrate nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu führten Einbußen des mesopischen Kontrastsehens, unabhängig von der Tageszeit, zu einer erhöhten Unfallrate.

Das Gesichtsfeld sowie das Kontrastsehen wurden in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht näher untersucht.

Generell ist davon auszugehen, dass nicht allein die Einschränkung des Sehvermögens den älteren Autofahrer für Unfälle prädestiniert, sondern noch viele andere Faktoren hier ebenfalls eine Rolle spielen und nicht außer Acht gelassen werden sollten. Zu benennen sind eine Einschränkung der körperlichen Beweglichkeit, das Nachlassen des Reaktionsvermögens, die Veränderung der Aufmerksamkeit und Fähigkeit zum Multitasking (Rinkenauer, 2008; Falkenstein, Karthaus, 2017; Hancock, Lesch, Simmons, 2003; Wunsch, Weigelt, Stöckel, 2017). Schon 1995 führten vergleichende Fahrttests zwischen jüngeren und älteren Probanden, bei denen man in einer Simulation die Sehfähigkeit einschränkte, zu dem Ergebnis, dass die Fahrleistung der älteren Teilnehmer auf dem Parcours deutlich eingeschränkter war, als die der jüngeren. Man führte dies auf ein Nachlassen von Reaktionsvermögen und kognitiver Verarbeitungszeit zurück (Wood, Troutbeck, 1995).

Aufgrund der genannten altersbedingten kognitiven und körperlichen Einbußen kann der Eindruck entstehen, dass die Unfallrate bei Senioren um ein Vielfaches höher liegt, als bei jüngeren Autofahrern. Die bereits in der Einleitung durchgeführte Literaturrecherche in Bezug auf die vergleichenden Unfallstatistiken in Deutschland belegt dies allerdings nicht in diesem Maße (z.B. Destatis, 2019). Kompensationsmechanismen und/oder -maßnahmen könnten eine

hierfür verantwortliche Erklärung sein. Gängige, mit zunehmendem Alter häufig freiwillig gewählte Maßnahmen in Bezug auf das Autofahren, sind, wie o.g., weniger Fahrten in der Nacht, weniger Fahrten überhaupt und Beschränkung auf kürzere Distanzen (Braitman, McCartt, 2008). Auch konkret auf die jeweilige Verkehrssituation bezogene Maßnahmen können mögliche Defizite ausgleichen. Brouwer beschrieb 1994 schon, dass Senioren über 65 Jahren im Vergleich zu Jüngeren häufiger angaben, seltener zu überholen, langsamer zu fahren und bestimmte Verkehrssituationen zu vermeiden. Kompensationsmaßnahmen können aber nicht in allen Situationen abgerufen werden; insbesondere komplexe Situationen mit zeitkritischem Handlungsbedarf können dann zum Problem werden (Fastenmeier, Gstalter, 2015)

Allgemeinhin werden Statistiken, die zeigen, wie die Unfallrate bei Senioren steigt, gern heran gezogen um auf deren Unsicherheiten im Straßenverkehr hinzuweisen. Insgesamt muss aber auch auf die diesen Studien zugrunde liegenden Auswertungsmodalitäten und - einschränkungen hingewiesen werden. Die sogenannte Frailty des älteren Menschen führt bei Unfällen häufiger zu schweren bzw. sogar tödlichem Ausgang als bei jüngeren Menschen. Solche Unfälle werden statistisch häufiger ordnungsgemäß aufgenommen und fließen in offizielle Darstellungen ein, als Unfälle mit nur leichtem Personenschaden, die teilweise gar nicht polizeilich verzeichnet werden. Jüngere Menschen erleiden bei ähnlichem Unfallhergang oder -schwere statistisch betrachtet weniger Verletzungen als ältere. Auch die unfallbedingte Todesrate ist niedriger (Meng, 2010).

Tatsächlich gibt es sogar Studien, die die Unfallbeteiligung von Seniorenautofahrern verschiedener Länder Europas in Bezug auf die landestypische Führerscheinkontrolle verglichen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Kontrollen keine Auswirkung auf die Unfallbeteiligung der Senioren hatten (Mitchell, 2008). Hier wird jedoch nicht eingegangen auf die Art oder Intensität der Kontrollen oder auf Unfallhergang, - art oder -ort.

Bis dato sind in Deutschland reguläre weitere Überprüfungen der Sehfähigkeiten, nach dem die Fahrerlaubnis erst einmal ausgestellt wurde, nicht vorgesehen (FeV, Anlage 6, siehe Anhang). Verpflichtende Sehtests könnten umgekehrt aber z.B. zum früheren Erkennen von Katarakt oder Glaukom führen. Frühzeitige therapeutische Interventionen dürften damit zu einem längeren und sichereren Erhalt der Fahrerlaubnis beitragen. Die erhobenen Daten der Sehtests aus der vorliegenden Arbeit sowie Daten des Literaturvergleichs zu Grund legend wäre die Einführung verpflichtender Sehtests, mit Prüfung von Visus, Gesichtsfeld und

Dämmerungssicht/Blendempfindlichkeit, inklusive einer korrekten Durchführung und Bewertung, ein gutes Instrument zur frühzeitigen Detektion von Augenerkrankungen und damit einhergehender Fahrfähigkeitseinbußen. Erst die Verpflichtung zur Teilnahme an solchen Tests mit den entsprechenden Konsequenzen (z.B. Entzug der Fahrerlaubnis oder Teilbeschränkung der Fahrerlaubnis) wird möglicherweise zu einer Reduktion der Unfallrate führen. Wie oben schon beschrieben (siehe 4.3, vgl. Schlag et al., 2019) ist das Instrument der Freiwilligkeit und Selbsteinschätzung/-überprüfung kein adäquates Mittel um zu gleichen Ergebnissen zu kommen.

Betrachtet man die Ergebnisse der Sehtests, die im Rahmen dieser Studie durchgeführt wurden in Zusammenhang mit den bereits in der Literatur vorhandenen Daten in Bezug auf die Unfallrate, so kommt man zu dem Schluss, dass höheres Alter zusammen mit Einbußen der Sehkraft, eingeschränkte Dämmerungssicht und Sehschärfe, als einzige hier getesteten Parameter, zu einer signifikant höheren Unfallrate führen. Die Befragung der Probanden beinhaltete jedoch nicht die Erhebung der bisherigen Autounfallanamnese sowie die Frage nach Selbst- oder Fremdverschulden der Unfälle. Zu bedenken ist jedoch, dass selbst die Erhebung dieser Daten lediglich einen Blick auf die Vergangenheit erlaubt. Inwieweit Seheinschränkungen also zum Zeitpunkt eines möglichen Unfalls bereits vorgelegen haben, ist damit nicht geklärt. Unter Bezugnahme auf die Literaturanalyse ergibt sich aber aus den genannten Seheinbußen ein erhöhtes Unfallrisiko für die Zukunft (z.B. Rubin, et al., 2007, Owsley, et al., 2020).

## **5 Ausblick**

Sollten sich tatsächlich eines Tages auch in Deutschland, ähnlich wie in anderen Ländern Europas, verpflichtende Überprüfungen der Fahreignung, respektive Sehtests, etablieren, so muss damit gerechnet werden, dass ein Teil dieser heute noch auf unseren Straßen fahrenden Senioren dies dann nicht mehr tun darf. Für diese Senioren stellt sich die Frage: Wie kann ich meine Mobilität erhalten? Wie komme ich in den Supermarkt oder zum Arzt? Gerade in ländlichen Gebieten stellt das die Menschen mitunter vor große Herausforderungen. Infrastrukturen wie Busse, S-Bahn-Anbindung oder dergleichen sind oft nicht vorhanden oder

durch die Landflucht der jüngeren Bevölkerung in den letzten Jahren stark reduziert. Familiäre Unterstützung fehlt häufig ebenso, da Mehrgenerationenhaushalte nicht mehr die Regel sind.

Setzt man auf die Freiwilligkeit könnten Anreize gesetzt werden, die ältere Menschen zu Sehtests oder weiteren medizinischen Untersuchungen ermutigen. Anreize könnten hier z.B. ein Rabatt bei der KFZ-Steuer oder Punkte auf das Konto der Bonusprogramme vieler Krankenversicherungen sein. Gerade in Anbetracht der oft niedrigen Renten könnte dies ein probates Mittel zu mehr Compliance sein.

Als mögliche einfache „Kontrollinstanz“ wäre auch eine Selbsteinschätzung mit auf Freiwilligkeit basierendem Verzicht auf Nacht-/Dämmerungsfahrten oder Fahrten in Risikosituationen vorzuschlagen. Oft liegen aber die Selbsteinschätzung und die Realität, d.h. die objektiv erhobenen Sehtestbefunde, weit auseinander, weshalb die Freiwilligkeit oft kein adäquates Mittel zur Reduktion von Unfällen darstellt. Auch Lachenmayr et al. stellten 1998 fest, dass die Selbsteinschätzung des Sehvermögens von Unfallfahrern häufig nicht der Realität entsprach.

Insgesamt gibt es in Deutschland keine Verpflichtung zur regelmäßigen Durchführung allgemeiner medizinischer Untersuchungen. Die meisten Krankenkassen bieten zwar die Möglichkeit bestimmte Vorsorgeuntersuchungen, wie z.B. eine Hautkrebsvorsorge, in bestimmten Abständen durchführen zu lassen, aber die Entscheidung diese wahrzunehmen liegt bei jeder einzelnen Person selbst. Damit besteht das Risiko, dass selbst ein Hausarzt seinen Patienten nur gelegentlich bis gar nicht zu Gesicht bekommt. Fortschreitende altersbedingte Veränderungen, wie eine dementielle Entwicklung, Seheinbußen oder Bewegungseinschränkungen, können daher häufig nicht zügig professionell medizinisch begutachtet werden. Wer soll also frühzeitig mögliche daraus resultierende Einschränkungen der Fahreignung diagnostizieren und weiterbetreuen? Selbst bei engmaschiger Betreuung der Senioren durch den Allgemeinmediziner ist dieser in o.g. Situationen nicht gesetzlich verpflichtet eine Beratung in Bezug auf eine Fahreignung oder eine weitere Verweisung an den Verkehrsmediziner anzubieten.

Verpflichtende Beratungen von Senioren ab einem bestimmten Alter oder mit bestimmten Erkrankungen, Überweisungen an qualifizierte fachspezifische Ärzte und vor allem eine gesetzliche Verankerung des Genannten erscheinen zumindest als ein weiteres Instrument zur Vorbeugung von Autounfällen im Seniorenalter eine Überlegung wert.

Auswirkungen des Entzugs der Fahrerlaubnis sind vielfältig und nicht zu unterschätzen. Metaanalysedaten und Befragungsdaten konnten zeigen, dass (selbstberichtete) psychische Probleme wie depressive Symptome zunahmen (Chihuri et al., 2016). Auch der freiwillige Verzicht auf das selbstständige Autofahren zeigte eine Zunahme von Depressionen (Fonda et al., 2001). Schwieriger ist es dagegen, richtige Rückschlüsse auf die körperliche Gesundheit zu ziehen bzw. eine Zunahme auch der körperlichen Gebrechen nach dem Entzug zu beweisen. Nicht sicher kann hierbei zugeordnet werden, was Ursache und was Auswirkung ist. Führt z.B. die zunehmende Bewegungseinschränkung zu einem Entzug der Fahrerlaubnis, wird diese auch danach weiter zunehmen und ist somit nicht eine Folge davon. Sind aber andere Auslöser ursächlich für den Verzicht auf das Autofahren, führt dies möglicherweise zu einer Einschränkung des Aktionsradius und der außerhäuslichen Aktivitäten (Marottoli et al., 2000). Damit einhergehende Probleme wie Bewegungsmangel können dann wiederum zu weiteren körperlichen Gebrechen führen.

Andererseits: Um die Mobilität zu erhalten, werden ältere Verkehrsteilnehmer nach dem Entzug der Fahrerlaubnis vermutlich mehr zu Fuß und mit dem Fahrrad/Pedelec unterwegs sein. Beide Gruppen zählen leider zu den besonders gefährdeten Verkehrsteilnehmern. Steigt damit vielleicht die Unfall-/Todesrate im Straßenverkehr im Alter weiter an? Verlagert sich also die Unfall-/Todesrate nur auf andere Verkehrsteilnehmer? Diese Theorie ist bereits mehrfach aufgeworfen worden. Außerdem stellt sich die Frage, ob Kontrollen der Fahreignung zu einer Reduktion der Unfallrate im Alter führen. Belege hierfür konnten bis dato nicht gefunden werden (Hakamies-Blomqvist et al., 1996; OECD, 2001)

Wenn also verpflichtende Fahreignungsprüfungen eingeführt werden, sollte im gleichen Zug auch der Konsequenzen gedacht und Alternativen geschaffen werden. Alternative Möglichkeiten des Transports, z.B. durch Familie oder Freunde, bringen ältere Menschen möglicherweise zum selbstständigen Aufgeben des eigenen Fahrens (Choi et al., 2012).

Unterstützend wäre hierbei z.B. die Einrichtung von Sammeltaxis, Schulungen der Senioren bezüglich Nutzung der sozialen Medien, um sich besser mit anderen vernetzen und organisieren zu können, Etablierung von Nachbarschaftsnetzwerken für Einkaufsfahrten etc.

Ebenso vorstellbar sind verpflichtende Änderungen am Auto selbst, die schon im Vorfeld die Gefahr eines Unfalls reduzieren bzw. Unfällen vorbeugen und den Entzug der Fahrerlaubnis hinaus zögern können. In erster Linie ist hier an Automatikschaltung zu denken, da das Meistern



komplexerer Fahrsituationen (Einfahren in Kreuzungen, Spurhalten, Geschwindigkeitsbegrenzungen einhalten etc.) ohne das Schalten besser funktioniert. Dieser Effekt konnte auch schon bestätigt werden (Falkmer, Selander et al., 2011). Auch weitere Autofahrerassistenzsysteme, die bereits heute erhältlich sind, können zu mehr Sicherheit beitragen. Angefangen vom serienmäßig verfügbaren ABS und ESP, bis hin zu Brems- und Spurhalteassistent, Bergan- und abfahrhilfe, automatischem Notbremssystem sowie Fahrermüdigkeitserkennung sind die Möglichkeiten heutzutage deutlich erweiterbar (ADAC, 2019). Eine mögliche Zulassung von selbstgesteuerten Autos, welche altersbedingte Defizite (u.a. Einbußen der Sehkraft, verlängerte Reaktionszeiten etc.) ausgleichen können, bietet eine zukünftige Alternative für ältere Verkehrsteilnehmer.

Auch das Thema der Rückmeldefahrten als mögliches Instrument der Verbesserung des Fahrverhaltens oder der Fahrkompetenz, noch bevor ein erstes Unfallereignis eintritt, soll hier zur Darstellung kommen. Die Rückmeldung bezüglich der Fahrweise sowie Fahrfehlern während oder nach einer begleiteten Fahrt wurde in Studien durchweg als positiv und empfehlenswert evaluiert (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, 2019; Schleinitz, Rößger, Berthold., 2020). Schleinitz et al. entwickelten sogar ein ausgereiftes Konzept zur Durchführung solcher Rückmeldefahrten mit anschließender Verweisung an entsprechende Spezialisten, sollten Defizite aufgefallen sein. Dies erfordert allerdings eine interdisziplinäre Vernetzung sowie die Erarbeitung von rechtlichen Begutachtungsrichtlinien und Kriterien, welche bis dato noch nicht existieren. Sogar ein standardisiertes Instrument zur Erfassung, Auswertung und Rückmeldung (ERIKA = Elektronisches Rückmelde-Instrument über Kompetenzen Älterer) ist bereits von Schlag et al 2019 entwickelt worden. Auch von Fahrlehrern begleitete Fahrtrainings mit älteren Menschen (> 70 Jahre) konnten eine deutliche Verbesserung der Fahrkompetenzen erzielen, da danach schwierige Verkehrssituationen besser bewältigt wurden. Der Effekt war sogar noch ein Jahr später nachweisbar (Poschadel, Boenke, Blöbaum, 2012).

Zusätzlich bieten verschiedene Vereinigungen oder öffentliche Behörden auch Fahrsicherheitstrainings speziell für Senioren an (z.B. ADAC, Deutsche Verkehrswacht des jeweiligen Bundeslandes, Volkshochschule). Bestimmte Verkehrssituationen werden besprochen und das richtige Verhalten erläutert, Gefahrenbremsung, Überholvorgänge, Ausweichen von Hindernissen und vieles mehr wird im (eigenen oder fremden) PKW geübt (ADAC Baden-Württemberg). Es besteht sogar die Möglichkeit, dass Berufsgenossenschaften

oder Gemeindeunfallversicherungsverbände die Kosten für solche Kurse übernehmen (Landesverkehrswacht Baden-Württemberg, 2020).

Nichtsdestotrotz ist das Auto als Mobilitätsgarant auch für den älteren Menschen enorm wichtig. Eine Generation, die mit dem Auto aufgewachsen ist und jahrelange Praxiserfahrung vorzuweisen hat, möchte nicht plötzlich und vielleicht auch für sie ohne ersichtlichen Grund auf diese Option verzichten müssen und ein Stück der persönlichen Freiheit abgeben. Vor allem, da die Alternativen zum eigenen Auto, wie z.B. der öffentliche Nahverkehr gerade im ländlichen Bereich oft nicht gut ausgebaut sind. Umso wichtiger ist es genau herauszuarbeiten, welche Faktoren die Fahreignung der älteren Bevölkerung einschränken oder Unfälle provozieren können.

2014 wurde auf der internationalen und interdisziplinären Konferenz „Aging und Safe Mobility“ in Bergisch Gladbach keine Notwendigkeit zur Durchführung verpflichtender Fahrfähigkeitstests älterer Autofahrer gesehen. Den Teilnehmern der Konferenz zu Folge konnte bisher keine Studie einen Sicherheitsvorteil aus solchen Tests für den Straßenverkehr belegen (Schubert et al., 2018; BAST, 2014). In dieser Aussage liegt das Potenzial um weitere Studien begründen zu können. Gerade in Bezug auf die erhobenen Sehfähigkeitsdaten der vorliegenden Arbeit sollten direkt nach einem Autounfall verpflichtende Sehtests (Visus, Gesichtsfeld, Dämmerungssicht, Blendempfindlichkeit) bei den beteiligten Senioren durchgeführt werden. Aus den so zusammengetragenen Daten sowie einer Unfallanalyse können Rückschlüsse auf die Unfallursache gezogen werden um damit eine aussagekräftige Datengrundlagen für weitere gesetzlich verankerte Vorhaben zu schaffen: Z.B. die Einführung verpflichtender altersabhängiger medizinischer Untersuchungen oder Untersuchungen der Fahreignung.

Aus den erhobenen Daten der vorliegenden Arbeit leitet sich die Notwendigkeit zur Durchführung von verpflichtenden Sehtests in regelmäßigen Abständen ab. Vor allem die steigende Zahl an Augenerkrankungen, aber auch das Nachlassen der kognitiven Fähigkeiten, sollte in die Festlegung einer Altersgrenze mit einbezogen werden. Je älter ein aktiver Autofahrer wird, desto geringer sollten die Abstände zwischen den Untersuchungen gehalten werden um schnell auftretende Veränderungen besser abbilden zu können. Sehtests sollten zumindest eine Gesichtsfeldprüfung, einen Visustest und eine Testung der Blendempfindlichkeit beinhalten. Diese Qualitäten sind, wie oben beschrieben, diejenigen, welche durch die häufigsten Augenerkrankungen am stärksten beeinträchtigt werden. Genauere

Analysen der Unfallstatistiken, der Sehtests in verschiedenen Ländern und ihrer Durchführung sowie der Verhängung von Fahrverboten sollten in Zukunft durchgeführt werden, um daraus Konsequenzen für die Prüfung einer Verlängerung des Führerscheins ziehen zu können.

Darüber hinaus ist es wichtig, sich über Alternativen Gedanken zu machen. Was können wir tun, um älteren Menschen, die nicht mehr in der Lage sind ein Auto zu fahren, den Abschied vom eigenen Auto zu erleichtern?

In Anbetracht des demografischen Wandels mit zunehmender Alterung der Gesellschaft gibt es eine gewisse Verpflichtung des Staates, sich auch dieser wachsenden Gruppe an Menschen mit ihren Bedürfnissen anzunehmen.

## **6 Zusammenfassung**

Vermutlich wird sich im Jahr 2030 der Anteil der über 65-Jährigen von 16,7 % bei den Männern und 20 % bei den Frauen im Jahr 2008 auf dann 22,3 % bzw. 29 % erhöhen (Stat. Ämter des Bundes, 2011). Die demografische Entwicklung bringt damit verschiedene Herausforderungen an die Gesellschaft mit sich. Erkrankungen des älteren Menschen werden mehr in den Vordergrund rücken. Veränderungen, die mit dem Alter zunehmen betreffen auch in großem Umfang das Auge und die verschiedenen Sehqualitäten. Erkrankungen, wie die Katarakt, das Glaukom, die diabetische Retinopathie und die altersabhängige Makuladegeneration treten vermehrt auf (Buch et al., 2001).

Einbußen der Sehqualitäten, wie eine erhöhte Blendempfindlichkeit, ein eingeschränktes Kontrastsehen, eine Abnahme der Sehschärfe oder Gesichtsfeldausfälle sind die Folge (Elliott, Gilchrist, Whitaker, 1989; Blane, 2016; RKI, DESTATIS, 2017). Diese Veränderungen gehen damit als ein Risikofaktor für Unfälle im Alter in die Statistik ein.

Das Ziel dieser Arbeit war es, eine möglichst repräsentative Kohorte von 270 Menschen über 65 Jahren einer Reihe von Sehtests zu unterziehen und diese Ergebnisse in Zusammenhang mit Unfallgeschehen und -risiken zu bringen.

Die Probanden, 111 Frauen und 159 Männer, im Alter von 65 bis 92 Jahren, wurden im Rahmen eines Interviews befragt, körperlich untersucht und mussten einen Visustest sowie einen Dämmerungssehtest mit und ohne Blendung durchführen.

Die Anforderungen an das Dämmerungssehvermögen der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft (Erkennen der Stufe 1 : 5 sowohl mit als auch ohne Blendung, der Kontraststufe von 1 : 23 als Mindestanforderung vorzuziehen) konnten nur 23 % der Probanden erfüllen. Signifikant besser konnten die verschiedenen Stufen ohne Blendung erkannt werden. Außerdem nimmt die Wahrscheinlichkeit des Erkennens der kontrastärmeren Stufen mit Blendung mit steigendem Alter signifikant ab. Dies gilt jedoch nicht für die Testung ohne Blendung. Der Dämmerungssehtest wurde an einer kleineren Probandengruppe von N=80 durchgeführt.

Bei der Prüfung des Visus konnten immerhin 49 % der Probanden als höchsten Wert 100 % (Visus 1) erreichen. Insgesamt 80 % der Frauen und 87 % der Männer erreichten einen Visuswert, der den Anforderungen der FeV Anlage 6 entspricht (bds. mindestens Visus 0,7). Dieser Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Probanden ist signifikant. Auch ein mit dem Alter zunehmender schlechterer Visus bei den weiblichen Probanden ist signifikant und für die männlichen Probanden nicht nachweisbar. Die Visusprüfung wurde an allen 270 Probanden durchgeführt.

Unter Berücksichtigung der im Interview erfragten Vorerkrankungen, mit besonderem Blick auf die Augenerkrankungen, ist die vorliegende Probandengruppe im Literaturvergleich insgesamt als repräsentativ zu werten. Eine mit zunehmendem Alter steigende Blendempfindlichkeit und ein abnehmendes Dämmerungssehvermögen, wie es sich auch in der vorliegenden Untersuchung bestätigte, stehen in signifikantem Zusammenhang mit einer erhöhten Anzahl an Unfällen bei Nacht (Lachenmayr et al., 1998; van Rijn et al., 2011; Rubin et al., 2007). Die durch die im Interview genannten Augenerkrankungen außerdem möglicherweise eingeschränkten Sehqualitäten, wie das Useful-Field-of-View (UFOV), das Kontrastsehvermögen bei Tageslicht oder das Gesichtsfeld, stehen bei einer Beeinträchtigung ebenfalls im Zusammenhang mit einem höheren Unfallrisiko des älteren Menschen (Edwards, Vance et al., 2005; Owsley et al., 1998; Tanabe et al., 2011; McGwin et al., 2005; Owsley et al., 2001). Eine Einschränkung des Visus (der Sehschärfe) dagegen ist beim älteren Menschen, wenn überhaupt nur als sehr schwacher Prädiktor für eine höhere Unfallrate zu werten (Rubin et al., 2007; Owsley et al., 2001).

Nach ausführlicher Diskussion der erbrachten Untersuchungsergebnisse in Zusammenhang mit Unfallrisikofaktoren in der Literatur, stellen sinnvolle Kontrollen der verschiedenen Sehfähigkeiten möglicherweise ein gutes Instrument zur Reduktion von Autounfällen im Alter dar. In Deutschland gibt es jedoch keine verpflichtenden Kontrollen für das Behalten oder Verlängern des Führerscheins. Das Gesetz bietet jedoch die Möglichkeit einer eingeschränkten Erteilung der Fahrerlaubnis (FeV Anlage 9).

## 7 Literaturverzeichnis

ADAC e.V. Hrsg., ADAC - Mobilität in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse, Fakten & Argumente kompakt, 2010. p 6-23

ADAC e.V., Hrsg., Information zu neuen Fahrzeugsystemen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit (General Safety Regulation 2019)

ADAC e.V., So stark blenden LED-Scheinwerfer wirklich,  
<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/licht-und-beleuchtung/blendung/>; vom 21.11.2019 (abgerufen am 04.08.2020)

Adler, G., Bauer, M., Rottunda, S., et al. Driving habits and patterns in older men with glaucoma. Soc Work Health Care, 2005. 40: p 75–87

Alexander, K.R., Information Processing: Retinal Adaption, Encyclopedia of the Eye, 2010. p 379-386

Antin, J.F, Guo, F., Fang, Y., A validation of the low mileage bias using naturalistic driving study data, Journal of Safety Research 2017. 63: p 115-120

Aulhorn, E., Harms, H., Über die Untersuchung der Nachtfahreigung von Kraftfahren mit dem Mesoptometer, Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 1970. 157: p 843-973

ACT Government (Australian Capital Territory),  
[https://www.accesscanberra.act.gov.au/app/answers/detail/a\\_id/1581/~/act-driver-licence-information](https://www.accesscanberra.act.gov.au/app/answers/detail/a_id/1581/~/act-driver-licence-information), (abgerufen am 07.05.2020, o.J.)

Autozeitung, Ippen, H., Wer bietet den besten Weitblick? Lichttest: LED, Xenon, Laser, Halogen  
<https://www.autozeitung.de/laser-licht-led-xenon-101284.html>, vom 03.06.2020 (abgerufen am 03.08.2020)

Ball, K., Owsley, C., Sloane, M.E., Roenker, D.L., Bruni, J.R., Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers., Invest Ophthalmol Vis Sci. 1993. 34 (11): p 3110-3123

Barnett, K., Mercer, S. W., Norbury, M., Watt, G., Wyke, S., Guthrie, B., Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: A cross-sectional study, Lancet 2012. 380: p 37–43

van den Berg, T.J.T.P., van Rijn, L.J, Kaper-Bongers, R., Vonhoff, D.J, Völker-Dieben, H.J., Grabner, G., Nischler, C. Emesz, M., Wilhelm, H., Gamer, D. Schuster, A., Franssen, L., de Wit, G.C., Coppens, J.E., Disability glare in the aging eye. Assessment and impact on driving, Journal of Optometry, 2009. 2 (3): p 112-118

Bilharz, C., Das Auge im Alter, Deutsche Apotheker-Zeitung, 2012. 37: p 52

Blane, A., Through the Looking Glass: A Review of the Literature Investigating the Impact of Glaucoma on Crash Risk, Driving Performance, and Driver Self-Regulation in Older Drivers, *J Glaucoma* 2016. 25 (1): p 113–121

Bond, E., Durbin, L., Cisewski, J., Qian, M., Guralnik, J., Kasper, J., Mielenz, T., Association between baseline frailty and driving status over time: a secondary analysis of The National Health and Aging Trends Study; *Injury Epidemiology* 2017. 4 (1): p 9

Braitman K.A., McCartt A.T., Characteristics of older drivers who self-limit their driving, *Ann Adv Automot Med.* 2008. 52: p 245-54

Brouwer, W.H., Ältere Autofahrer und Anforderungen an die Aufmerksamkeit, *Autofahrer im Alter, Mensch Fahrzeug Umwelt*, 1994. Nr 30, p 121-137

Buch, H. Vinding, T., Nielsen, N.V., Prevalence and causes of visual impairment according to World Health Organization and United States criteria in an aged, urban Scandinavian population: The Copenhagen City Eye Study, *Ophtalmology*, 2001. 108 (12): p 2347–2357

Buch, H., Vinding, T., La Cour, M., Appleyard, M., Jensen, G.B., Nielsen, N.V., Prevalence and causes of visual impairment and blindness among 9980 Scandinavian adults, *The Copenhagen City Eye Study, Ophtalmology* 2004. 111 (1): p 53-61

Bundesärztekammer, kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften e.V., u.a., Nationale Versorgungsleitlinie, Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes, Langfassung, 2015. 2. Auflage, Version 1

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Deutscher Verkehrssicherheitsrat, Unfälle von Senioren im Straßenverkehr, Beitrag vom 01.11.2019 <https://www.runtervomgas.de/verkehrsteilnehmer/artikel/unfaelle-von-senioren-im-strassenverkehr.html> (abgerufen am 15.05.2020)

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Verordnung über die Zulassung zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnisverordnung - FeV) 2010, [https://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/BJNR198000010.html](https://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/BJNR198000010.html) (abgerufen am 07.05.2020)

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Verordnung über die Zulassung zum Straßenverkehr, Anlage 6 (zu den §§12, 48 Absatz 4 und 5) Anforderungen an das Sehvermögen, Fundstelle: BGBl. I 2010, 2034 - 2044; [https://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/anlage\\_6.html](https://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/anlage_6.html) (abgerufen am 24.05.2020)

Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Aging and Safe Mobility, Veröffentlichung im Rahmen der Konferenz, Recommendations, 2014

Bureau of Infrastructure, Transport, Cities and Regional Economics (BITRE), Canberra ACT, International road safety comparisons 2017 BITRE, 2019. ISBN 978-1-925843-28-6

Burger, S. (Hrsg.), Alter und Multimorbidität – Herausforderungen an die Gesundheitsversorgung und die Arbeitswelt, 2013. ISBN 978-3-86216-109-6, medhochzwei Verlag GmbH Heidelberg

Busch, M., Demenzerkrankungen – Epidemiologie und Bedeutung vaskulärer Risikofaktoren. *Cardiovasc* 2011. 11(5): p 32-38

Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, Statistisches Bundesamt 1960-1989: Eurostat, <https://www.bib.bund.de/Permalink.html?id=10262290>, 2018 (abgerufen am 07.05.2020)

Carberry, T.P., Wood, J.M., Watson, B.C., et al., Self-awareness of driving impairment in patients with cataract or glaucoma, In: *Proc. Australas. Road Safety Res. Policing Educ. Conf. Surfers Paradise*. Queensland: Monash University; 2006

Chihuri, S., Mielenz, T.J., DiMaggio, C.J., Betz, M.E., DiGuseppi, C., Jones, V.C., Li, G., Driving Cessation and Health Outcomes in Older Adults, *J Am Geriatr Soc*. 2016. 64 (2): p 332–341

Choi, M., Adams, K. B., Kahana, E., The impact of transportation support on driving cessation among community-dwelling older adults. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 2012. 67 (3): p 392–400

Coeckelbergh, T.R., Brouwer, W.H., Cornelissen, F.W., et al, The effect of visual field defects on driving performance: a driving simulator study, *Arch Ophthalmol*, 2002. 120: p 1509

Colijn, J.M., Buitendijk, G., Prokofyeva, E., Alves, D., Cachulo, M.L., Khawaja, A.P., Cougnard-Gregoire, A., Merle, B., Korb, C., Erke, M.G., Bron, A., Anastasopoulos, E., Meester-Smoor, M.A., Segato, T., Piermarocchi, S., de Jong, P., Vingerling, J.R., Topouzis, F., Creuzot-Garcher, C., Bertelsen, G., European Eye Epidemiology (E3) consortium, Prevalence of Age-Related Macular Degeneration in Europe: The Past and the Future. *Ophthalmology*, 2017. 124 (12): p 1753–1763

Crowe, C. L., Man, C., Ng, L. S., Molnar, L. J., Eby, D. W., Andrews, H., Ryan, L. H., DiGuseppi, C., Strogatz, D., Betz, M. E., Hill, L., Guralnik, J., Li, G., Mielenz, T. J. (Senior and Corresponding), The Association of Frailty with Driving Habits Among Older Adults: AAA LongROAD Study (Research Brief.) Washington, D.C.: AAA Foundation for Traffic Safety, 2019.

Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft, Gesellschaft für Augenheilkunde, Empfehlungen und Gerätetabellen der DOG-Kommission für die Qualitätssicherung sinnesphysiologischer Untersuchungsverfahren und Geräte, letzte Aktualisierung 22.10.2018

Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft, Gesellschaft für Augenheilkunde, Prüfung des Kontrast- oder Dämmerungssehens, *Ophthalmologie* 2011. 108: p 1195–1198

Del Rio, M.C. Alvarez, F.J., Medication and fitness to drive, *Pharmacoepidemiology and drug safety*, 2003.12 (5): p 389–394

Destatis Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Demografischer Wandel in Deutschland, Heft 1: Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung im Bund und in den Ländern, Ausgabe 2011

Destatis Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Verkehrsunfälle - Unfälle von Senioren im Straßenverkehr 2018, erschienen 09.09.2019, Artikelnummer: 5462409-18700-4



Destatis Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr. 370 vom 27. September 2018, [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/09/PD18\\_370\\_12411.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/09/PD18_370_12411.html) (abgerufen am 09.05.2020)

Destatis Statistisches Bundesamt, 14. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland, Bevölkerungspyramide 2019, <https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/> (abgerufen 09.05.2020)

Destatis Statistisches Bundesamt, Rauchgewohnheiten nach Altersgruppen, Ergebnisse des Mikrozensus 2017, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/Tabellen/liste-rauchverhalten.html> (abgerufen am 17.05.2020)

Destatis Statistisches Bundesamt, Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit 2017, [http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/\\_XWD\\_FORMPROC?TARGET=&PAGE=\\_XWD\\_320&OPINDEX=1&HANDLER=XS\\_ROTATE\\_ADVANCED&DATACUBE=\\_XWD\\_348&D.000=PAGE&D.002=DOWN&D.003=PAGE&D.470=ACROSS](http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/_XWD_FORMPROC?TARGET=&PAGE=_XWD_320&OPINDEX=1&HANDLER=XS_ROTATE_ADVANCED&DATACUBE=_XWD_348&D.000=PAGE&D.002=DOWN&D.003=PAGE&D.470=ACROSS) (abgerufen 09.05.2020)

Destatis Statistisches Bundesamt, Deutscher Verkehrssicherheitsrat, Stand Juli 2019 <https://www.dvr.de/unfallstatistik/de/jahre/> (abgerufen 09.05.2020)

DEGAM Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, S3-Leitlinie Multimorbidität, AWMF-Register-Nr. 053-047, DEGAM-Leitlinie Nr. 20, 2017

DEGAM Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, S3-Leitlinie Schlaganfall, AWMF-Register-Nr. 053-011, DEGAM-Leitlinie Nr. 8, 2020

DRUID-Project, Establishment of frameworks for classification/categorisation and labelling of medicinal drugs and driving, 2011

Edwards, J.D., Vance, D.E., Wadley, V.G., Cissell, G.M., Roenker, D.L., Ball, K.K., Reliability and validity of useful field of view test scores as administered by personal computer, *J Clin Exp Neuropsychol.* 2005. 27 (5): p 529–543

Edwards, J.D., Wadley, V.G., Vance, D.E., Wood, K., Roenker, D.L., Ball, K.K., The impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance, *Aging Ment Health.* 2005. 9 (3): p 262–271

Edwards, J.D., Ross, L.A., Ackerman, M.L., Small, B.J., Ball, K.K., Bradley, S., Dodson, J.E., Longitudinal Predictors of Driving Cessation Among Older Adults From the ACTIVE Clinical Trial, *The Journals of Gerontology: Series B.* 2008. 63 (1): p 6–12

Elliott, D.B., Gilchrist, J., Whitaker, D., Contrast sensitivity and glare sensitivity changes with three types of cataract morphology: are these techniques necessary in a clinical evaluation of cataract? *Ophthalmic Physiol Opt.* 1989. 9 (1): p 25-30

Emesz, M., Wohlfart, C., Ruckhofer, J. et al., Über das Kfz-Fahrverhalten von Patienten mit Netzhautleiden unter Berücksichtigung der Anforderungen an das Sehvermögen zum Lenken eines Pkws in Europa, Spektrum Augenheilkd, 2002. 16: p 225–229

Erie, J.C., Rising Cataract Surgery Rates: Demand and Supply, Ophthalmology, 2014. 121 (1): p 2-4

European Transport Safety Council, Ireland's leadership on road safety is "a model for the European Union", Pressemitteilung 2019, <https://etsc.eu/irelands-leadership-on-road-safety-is-a-model-for-the-european-union/> (abgerufen 09.05.2020)

European Council of Optometry and Optics (ECOO), Working Group on Vision, Visual standards for driving in Europe: A consensus paper, 2017

Evans, L., Age and Fatality Risk from Similar Severity Impacts, Journal of Traffic Medicine 2001. 29 (1-2): p 10-19

Falkenstein, M., Karthaus, M., Wie kognitive Veränderungen im Alter die Fahreignung beeinflussen. NeuroTransmitter 2017. 28 (11): p 44-50

Fastenmeier, W., Gstalter, H., Breitenladner, C., Hell, W., Helmreich, C., Binnewies, I., Das Zusammenwirken psychologischer und medizinischer Einflussfaktoren auf das Unfallrisiko und Mobilitätsverhalten älterer Fahrer (ELFI), BAST-Projekt FE82.348/2008, 2013

Fastenmeier, W., Gstalter, H., Die Rolle der Psychologischen Fahrverhaltensbeobachtung im Beurteilungsprozess der Fahreignung von Senioren, Z. f. Verkehrssicherheit, 2015. 61 (2): p 97-105

Fonda, S.J., Wallace, R.B., Herzog, A.R., Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults, J Gerontol. 2001. 56B (6): p 343–351

Freiding, A., Untersuchungen zur spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges im mesopischen Bereich, Herbert Utz Verlag, Hrsg. Fachgebiet Lichttechnik TU Darmstadt, 2010.

Fuchs, J., Rabenberg, M., Scheidt-Nave, C., Robert Koch-Institut, Berlin, Prävalenz ausgewählter muskuloskelettaler Erkrankungen, Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1), Bundesgesundheitsbl 2013. 56: p 678–686

Garweg, J., Altersbedingte Makuladegeneration - Ursachen und Therapie, Schweiz Med Forum 2011. 11 (9): p 152–155

Gerste, R.D., Prävalenz der Diabetischen Retinopathie: Jeder fünfte Diabetiker in Deutschland ist betroffen, Dtsch Arztebl 2016; 113 (5): A-187 / B-163 / C-163

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (Hrsg.), Unfallforschung der Versicherer, Unfallforschung kompakt Nr. 93 - Rückmeldefahrt für Senioren, 11/2019

Ginsburg, A.P., Contrast Sensitivity, Driver's Visibility and Vision Standards, Transportation Research Record, 1987. 1149

Gößwald, A., Schienkiewitz, A., Nowossadeck, E., Busch, M.A., Robert Koch-Institut, Berlin, Prävalenz von Herzinfarkt und koronarer Herzkrankheit bei Erwachsenen im Alter von 40 bis 79 Jahren in Deutschland, Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1), Bundesgesundheitsbl 2013. 56: p 650–655

Göttinger Tageblatt, 90-Jähriger verursacht Unfall mit 4 Schwerverletzten, vom 27.06.2017, <https://www.goettinger-tageblatt.de/Nachrichten/Der-Norden/90-Jaehriger-verursacht-Unfall-mit-vier-Schwerverletzten-im-Landkreis-Northeim> (abgerufen am 17.05.2020)

Gutierrez-Abejón E., Herrera-Gómez F., Criado-Espejel P., et al, Use of driving-impairing medicines by a Spanish population: a population-based registry study. BMJ Open 2017. 7 (11)

Hakamies-Blomqvist, L., Johansson, K., Lundberg, C., Medical screening of older drivers as a traffic safety measure - a comparative Finnish-Swedish evaluation study., J Am Geriatr Soc. 1996. 44 (6): p 650-653

Hakamies-Blomqvist, L., Raitanen, T., O'Neill, D., Driver ageing does not cause higher accident rates per km, Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2002. 5 (4): p 271-274

Hancock, P.A., Lesch, M., Simmons, L., The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver. Accident Analysis and Prevention, 2003. 35: p 501-514

Harms, H., Unfallursache Sehangel – heutige Situation und künftige Risiken, in: Wahrnehmung und Verkehrssicherheit, Bericht über das 7. Symposium Verkehrsmedizin des ADAC, Schriftenreihe Straßenverkehr 32. München: ADAC Verlag GmbH 1987

Haymes, S.A., LeBlanc, R.P., Nicolela, M.T., Risk of falls and motor vehicle collisions in glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2007. 48: p 1149–1155

Heidemann, C., Du, Y., Schubert, I., Rathmann, W., Scheidt-Nave, C., Prävalenz und zeitliche Entwicklung des bekannten Diabetes mellitus, Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1), Bundesgesundheitsbl 2013. 56: p 668–677

Higgins, K., Wood, J., Tait, A., Vision and driving: selective effect of optical blur on different driving tasks, Human Factors, 1998. 40: p 224–232

Holt, S., Schmiedl, S., Thürmann, P.A., Potenziell inadäquate Medikation für ältere Menschen, Die PRISCUS-Liste, Dtsch Arztebl Int 2010. 107 (31-32): p 543-551

Holte, H., Albrecht, M., Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrsteilnahme und – erleben im Straßenverkehr bei Krankheit und Medikamenteneinnahme, BAST-Bericht M 162, 2004

Horswill, M.S., Marrington, S.A., McCullough, C.M., Wood, J., Pachana, N.A., McWilliam, J., Raikos, M.K., The hazard perception ability of older drivers, J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci, 2008. 63: p 212–218

Hovstadius, B., Hovstadius, K., Åstrand, B., Petersson, G., Increasing polypharmacy - an individual-based study of the Swedish population 2005-2008, BMC Clinical Pharmacology 2010. 10: p 16

Hyman, L., Epidemiology of eye disease in the elderly, Eye, 1987. 1: p 330-341

Jackson, G.R., Owsley, C., McGwin jr., G., Aging and dark adaption, Vision Res. 1999. 39 (23): p 3975-3982

Kapetanakis, V.V., Chan, M.P., Foster, P.J., Cook, D.G., Owen, C.G., Rudnicka, A.R., (2016). Global variations and time trends in the prevalence of primary open angle glaucoma (POAG): a systematic review and meta-analysis. The British journal of ophthalmology, 2016. 100 (1): p 86–93

Kirchhof, B., Die altersabhängige Makuladegeneration, Dtsch Arztebl 2000. 97 (21)

Klein, R., Klein, B.E.K, Linton, K.L.P., De Mets, D.L., The Beaver Dam Eye Study: Visual Acuity, 1991. 98 (8): p 1310–1315

Klein, B.E.K., Klein, R., Lee, K.E., Incidence of Age-Related Cataract: The Beaver Dam Eye Study. Arch Ophthalmol. 1998. 116 (2): p 219–225

Kleiner, R.C., Enger, C., Alexander, M.F., et al, Contrast Sensitivity in Age-Related Macular Degeneration, Arch Ophthalmol, 1988. 106 (1): p 55-57

Klipp, S., Bundesanstalt für Straßenwesen, Begutachtung der Fahreignung 2018, BaSt 2019. Nr. 14/2019

Kohnen, T, Baumeister, M., Kook, D., Klaproth, O. K., Ohrloff, C, Kataraktchirurgie mit Implantation einer Kunstlinse, Dtsch Arztebl Int 2009. 106 (43): p 695-702

Korb, C.A., Kottler, U.B., Wolfram, C. et al; Prevalence of age-related macular degeneration in a large European cohort: results from the population-based Gutenberg Health Study, Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol, 2014. 252: p 1403–1411

Kraftfahrt-Bundesamt, Stand 2014,  
[https://www.kba.de/DE/Fahreignungs\\_Bewertungssystem/Promillegrenzwerte/promillegrenzwerte\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Fahreignungs_Bewertungssystem/Promillegrenzwerte/promillegrenzwerte_node.html), (Abgerufen 11.05.2020)

Lachenmayr, B., Pateras, N., Dämmerungssehvermögen und Blendenempfindlichkeit bei Pseudophaken, Fortschr Ophthalmol, 1987. 84: p 173–179

Lachenmayr, B., Lund, O.E., Sehvermögen und Straßenverkehr – Die speziellen Probleme des älteren Kraftfahrers, Münch. med. Wschr. 131, 1989. Nr.37

Lachenmayr, B., Berger, J., Buser, A., Keller, O., Reduced visual function causes higher risks of traffic accidents, Der Ophthalmologe, 1998. 95 (1): p 44–50

Lachenmayr, B., Anforderungen an das Sehvermögen des Kraftfahrers, Deutsches Ärzteblatt, 2003. 100 (10)

Lachenmayr, B., Friedburg, D., Hartmann, E., Buser, A., Auge – Brille – Refraktion, Print ISBN: 9783131395542; Online ISBN: 9783131889447; Copyright: 2006. 4., überarbeitete Auflage Thieme Verlagsgruppe

Landesverkehrswacht Baden-Württemberg e.V.,  
<https://www.verkehrswacht-bw.de/angebote/fahrsicherheitstraining/> (abgerufen am 06.08.2020, o.J.)

Langford, J., Koppel, S., Epidemiology of older driver crashes - Identifying older driver risk factors and exposure patterns, *Transportation Research Part F* 9, 2006. p 309-321

Langford, J., Methorst, R., Hakamies-Blomqvist, L., Older drivers do not have a high crash risk - a replication of low mileage bias, *Accid Anal Prev.* 2006. 38 (3): p 574-578

Lee, R., Wong, T.Y., Sabanayagam, C., Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss, *Eye Vis (Lond).* 2015. 2 (17)

Li, G., Braver, E.R., Chen, L-H., Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers, *Accident Analysis & Prevention*, 2003. 35 (2): p 227-235

Mahne, K., Wolff, J.K., Simonson, J., Tesch-Römer, C. (Hrsg.), Altern im Wandel - Zwei Jahrzehnte Deutscher Alterssurvey (DEAS), VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1. Auflage, 2017. ISBN 978-3-658-12501-1

Marengoni, A., et al., Aging with multimorbidity: a systematic review of the literature, *Ageing research reviews*, 2011. 10(4): p. 430–439

Marottoli, R.A., Mendes de Leon, C.F., Glass, T.A., Williams, C.S., Cooney Jr., L.M., Berkman, L.F., Consequences of driving cessation: decreased out-of-home activity levels. *Journals of Gerontology Series B -Psychological Sciences and Social Sciences*, 2000. 55 (6): p 334-340

Marrington, S.A., Horswill, M.S., Wood, J.M., The Effect of Simulated Cataracts on Drivers' Hazard Perception Ability, *Optometry and Vision Science*, 2008. 85 (12): p 1121-1127

Marshall, S.C., The role of reduced fitness to drive due to medical impairments in explaining crashes involving older drivers, *Traffic Inj Prev*, 2008. 9 (4): p 291-298

McGwin, G.J., Xie, A., Mays, A., Visual field defects and the risk of motor vehicle collisions among patients with glaucoma, *Investig Ophthalmol Vis Sci*, 2005. 46: p 4437–4441

Meng, A., Siren, A., Age based population screening for fitness to drive does not produce any safety benefits, Standing Committee of traffic Psychology, EFPA, DTU Transport, 2010

Meulenens, L.B., Harding, A., Lee, A.H., Legge, M., Fragility and crash over-representation among older drivers in Western Australia, *Accident Analysis & Prevention*, 2006. 38 (5): p 1006-1010

Mirshahi, A., Feltgen, N., Hansen, L. L., Hattenbach, L.-O., Gefäßverschlüsse der Netzhaut, *Dtsch Arztebl*, 2008. 105 (26): p 474-479

Mitchell, C.G.B., The Licensing of Older Drivers in Europe - A Case Study, *Traffic Injury Prevention*, 2008. 9 (4): p 360-366

Müller-Mundt, G., Schaeffer, D., Bewältigung komplexer Medikamentenregime bei chronischer Krankheit im Alter, *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 2011. 1: p 6–12

Nobili, A., Marengoni, A., Tettamanti, M., Salerno, F., Pasina, L., Franchi, C., Iorio, A., Marcucci, M., Corrao, S., Licata, G., Mannuccio Mannucci, P., Association between clusters of diseases and polypharmacy in hospitalized elderly patients: results from the REPOSI study, *European journal of internal medicine*, 2011. 22 (6): p 597–602

Nobis, C., Kuhnimhof, T., Follmer, R., Bäumer, M., Mobilität in Deutschland – Zeitreihenbericht 2002 – 2008 – 2017. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2019

OCULUS Optikgeräte GmbH, Mesotest IIb Gebrauchsanweisung

OECD (Hrsg.), Ageing and Transport: Mobility Needs and Safety Issues, OECD Publishing, 2001, Paris

Owsley, C., Stalvey, B., Wells, J., Sloane, M.E., Older drivers and cataract: Driving habits and crash risks. *J Gerontol Medical Sciences*, 1990. 54A: p 203-211

Owsley, C., McGwin, G., Ball, K., Vision impairment, eye disease and injurious motor vehicle crashes in the elderly. *Ophthalmic Epidemiology* 1998. 5 (2): p 101–113

Owsley, C., Ball, K., McGwin, G. Jr, Sloane, M.E., Roenker, D.L., White, M.F., Overley, E.T., Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *JAMA*, 1998. 279 (14): p 1083-1088

Owsley, C., Stalvey, B.T., Wells, J., Sloane, M.E., McGwin, G., Visual Risk Factors for Crash Involvement in Older Drivers With Cataract. *Arch Ophthalmol*, 2001. 119 (6): p 881–887

Owsley, C., McGwin, G., Sloane, M., Wells, J., Stalvey, B.T., Gauthreaux, S., Impact of Cataract Surgery on Motor Vehicle Crash Involvement by Older Adults. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 2002. 288 (7): p 841–849

Owsley, C., McGwin, G., Association Between Visual Attention and Mobility in Older Adults, *J Am Geriatr Soc*. 2004. 52 (11): p 1901–1906

Owsley, C., Aging and vision, *Vision Research*, 2011. 51 (13): p 1610-1622

Owsley, C., Swain, T., Liu, R., McGwin, G. Jr, Young Kwon, M., Association of Photopic and Mesopic Contrast Sensitivity in older drivers with risk of motor vehicle collision using naturalistic driving data, *BMC Ophthalmol*. 2020. 20 (47)

Pager, C.K., McCluskey, P.J., Retsas, C., Cataract surgery in Australia: a profile of patient-centred outcomes, *Clin Experiment Ophthalmol*, 2004. 32: p 388–392

Pescosolido, N., Barbato, A., Giannotti, R., Komaiha, C., Lenarduzzi, F., Age-related changes in the kinetics of human lenses: prevention of the cataract, *Int J Ophthalmol*, 2016. 9 (10): p 1506-1517

Poschadel, S., Bönke, D., Blöbaum, A., Rabczinski, S., Ältere Autofahrer: Erhalt, Verbesserung und Verlängerung der Fahrkompetenz durch Training. Eine Evaluation im Realverkehr. 2012. Köln: TÜV Media

Raum, P., Lamparter, J., Ponto, K.A., Peto, T., Hoehn, R., Schulz, A., Schneider, A., Wild, P.S., Pfeiffer, N., Mirshahi, A., Prevalence and Cardiovascular Associations of Diabetic Retinopathy and Maculopathy: Results from the Gutenberg Health Study, 2015. 10 (6)

Rassow, B., Einfluss der Leuchtdichte auf Kontrast- und Blendempfindlichkeit im mesopischen Bereich, *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, 1999. 214 (6)

Richter, J., Schlag, B., Weller, G., Selbstbild und Fremdbild älterer Autofahrer. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 2011. 57 (1): p 13-20

van Rijn, L.J., Nischler, C., Michael, R., Heine, C., Coeckelbergh, T., Wilhelm, H., Grabner, G., Barraquer, R.I., van den Berg, T.J., Prevalence of impairment of visual function in European drivers, *Acta Ophthalmologica* 2011. 89 (2): p 124–131

Rinkenauer, G., Motorische Leistungsfähigkeit im Alter., in: Schlag, B. (Hrsg.), *Mobilität im Alter, Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. Köln, TÜV Media GmbH, 2008. p 143-180

RSA, Ireland (Road Safety Authority), *Medical Fitness To Drive Guidelines (Group 1 and 2 Drivers)*, 2019

RSA, Ireland (Road Safety Authority), *Provisional Review of Fatal Collisions, 1 January to 31 December 2019, 2020*

RSA, Ireland (Road Safety Authority), *National Driver Licence Service*  
<https://www.ndls.ie/how-to-apply.html#licence-term> (abgerufen am 09.05.2020, o.J.)

RSA, Ireland (Road Safety Authority), *National Driver Licence Service, Guidance notes for the completion of your Driving Licence Application Form, 2018*  
<https://www.ndls.ie/images/Documents/DrivingLicence/Full%20Licence%20Application%20Guidance%20Notes.pdf> (abgerufen am 09.05.2020)

Robert Koch-Institut (Hrsg), *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell 2009 (GEDA)“, 2011*

Robert Koch-Institut (Hrsg), *Gesundheitsberichterstattung des Bundes, gemeinsam getragen von RKI und Destatis, Gesundheit in Deutschland, RKI, Berlin, 2015*

Robert Koch-Institut, Statistisches Bundesamt Destatis, (Hrsg), *GBE-Themenheft Blindheit und Sehbehinderung, Gesundheitsberichterstattung des Bundes, 2017*

Ross, J.E., Clarke, D.D., Bron, A.J., Effect of age on contrast sensitivity function: Uniocular and binocular findings, *British Journal of Ophthalmology*, 1985. 69: p 51-56

Rubin, G.S., Ng, E.S.W., Bandeen-Roche, K., Keyl, P.M., Freeman, E.E., West, S.K., A prospective, population-based study of the role of visual impairment in motor vehicle crashes among older drivers: The SEE study, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2007. 48: p 1483-1491

Saß, A.C., Wurm, S., Scheidt-Nave, C., Alter und Gesundheit, Eine Bestandsaufnahme aus Sicht der Gesundheitsberichterstattung, *Bundesgesundheitsblatt*, 2010. 53: p 404-416

Schaller, K., Kahnert, S., Mons, U., *Alkoholatlas Deutschland 2017*, Deutsches Krebsforschungszentrum in der Helmholtz-Gesellschaft (Hrsg.), 2017

Scharwey, K., Krzizok, T., Herfurth, M., Nachtfahreignung augengesunder Personen verschiedener Altersstufen, *Ophtalmologe*, 1998. 95: p 555-558

Scheidt-Nave, C., Du, Y., Knopf, H., Schienkiewitz, A., Ziese, T., Nowossadeck, E., Gößwald, A., Busch, M.A., Robert Koch-Institut Berlin, Verbreitung von Fettstoffwechselstörungen bei Erwachsenen in Deutschland, Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1), *Bundesgesundheitsbl*, 2013. 56: p 661–667

Schlag, B., Zwicker, L., Gehlert, T., Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer (Hrsg.), Forschungsbericht Nr. 61, Entwicklung und Evaluation einer Rückmeldefahrt für ältere PKW-Fahrer, 2019

Schleinitz, K., Rößger, L., Berthold, J., Fahrkompetenz - Rückmeldefahrt für ältere PKW-Fahrer, Entwicklung und Erprobung, TÜV/DEKRA arge tp 21 Forschungsbericht, 2020

Schmidt-Clausen, H-J., Freiding, A., Sehvermögen von Kraftfahrern und Lichtbedingungen im nächtlichen Straßenverkehr, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Mensch und Sicherheit*, 2004. Heft 158

Schubert, I., Grandt, D., Lappe, V., *Arzneimittelreport 2018 - Schriftenreihe zur Gesundheitsanalyse*, Barmer-Krankenkasse, 2018, ISBN: 978 -3-9 4 619 9 -17-5

Schubert, K., Gräcmann, N., Bartmann, A., Demografischer Wandel - Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Mensch und Sicherheit*, Heft M 283, 2018

Schwab, C., Wedrich, A., Häufige Augenerkrankungen im Alter, *Der Allgemeinarzt*, 2014

Selander H., Bolin I., Falkmer T., Does automatic transmission improve driving behavior in older drivers? *Gerontology*, 2011. 58: p 181–187

Seiler, T.; Iseli, H.-P.; Hafezi, F.; Mrochen, M., Supernormales Sehvermögen, *Dtsch Arztebl* 2003. 100 (11): A-700 / B-596 / C-559

Siegmund-Schultze, N., Polypharmakotherapie im Alter: Weniger Medikamente sind oft mehr, *Dtsch Arztebl* 2012. 109 (9)



Sjöstrand, J., Laatikainen, L., Hirvelä, H., Popovic, Z., Jonsson, R., The decline in visual acuity in elderly people with healthy eyes or eyes with early age-related maculopathy in two Scandinavian population samples, *Acta Ophthalmologica* 2011. 89 (2): p 116-123

Szlyk, J., Mahler, C., Seiple, W., Vajaranant, T., Blair, N., Shahidi, M., Relationship of retinal structural and clinical vision parameters to driving performance of diabetic retinopathy patients, *Journal of rehabilitation research and development*, 2004. 41: p 347-358

Tanabe, S., Yuki, K., Ozeki, N., Shiba, D., Abe, T., Kouyama, K., Tsubota, K., The association between primary open-angle glaucoma and motor vehicle collisions, *Investig Ophthalmol Vis Sci*, 2011. 52: p 4177–4181

Vaa, T., Impairment, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis, *TØI report* 690/2003

Vance, D.E., Ball, K.K., Roenker, D.L., Wadley, V.G., Edwards, J.D., Cissell, G.M., Predictors of Falling in Older Maryland Drivers: A Structural-Equation Model, *J Aging Phys Act*, 2006. 14 (3): p 254–269

Vinson, J.A., Oxidative stress in cataracts, *Pathophysiology*, 2006. 13 (3): p 151–162

Violan, C., Foguet-Boreu, Q., Flores-Mateo, G., Salisbury, C., Blom, J., Freitag, M., Glynn, L., Muth, C., Valderas, J.M., Prevalence, determinants and patterns of multimorbidity in primary care: a systematic review of observational studies. *PloS one*, 2014. 9 (7)

Vistec AG, Vision Technologies, Rodatest 300 und 302, Werbebroschüre, Olching (ohne Jahresangabe)

Vistec AG, Vision Technologies, Rodatest 300/302 Gebrauchsanweisung, Olching

Völker, S., Blendung durch KFZ-Scheinwerfer im nächtlichen Straßenverkehr, *Schriftenreihe des Fachgebiets Lichttechnik TU Berlin*, 2017, ISBN 978-3-7983-2956-0

Washington DC, Department of Motor Vehicles  
<https://dcdmvseniors.com/your-license/> (abgerufen 09.05.2020, o.J.)

Wesemann, W., Schiefer, U., Bach, M., Neue DIN-Normen zur Sehschärfebestimmung, *Ophthalmologie*, 2010. 107: p 821–826

WHO, Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series 894, Genf, 2000

WHO, Global Data on Visual impairments 2010, Hrsg. World Health Organization 2012

Wikipedia, Photopisches und Skotopisches Sehen:  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Photopisches\\_und\\_skotopisches\\_Sehen](https://de.wikipedia.org/wiki/Photopisches_und_skotopisches_Sehen) (abgerufen am 17.05.2020, o.J.)

Wood, J.M., Troutbeck, R., Elderly drivers and simulated visual impairment, *Optom Vis Sci*, 1995. 72 (2): p 115-24

Wood, J.M., Age and visual impairment decrease driving performance as measured on a closed-road circuit, *Hum Factors*, 2002. 44: p 482–494

Wood, J.M., Chaparro, A., Lacherez, P., Hickson, L., Useful field of view predicts driving in the presence of distracters, *Optometry & Vision Science*, 2012. 89 (4): p 373–381

Wood, J.M., Tyrrell, R.A., Chaparro, A., et al. Even moderate visual impairments degrade drivers' ability to see pedestrians at night, *Investig Ophthalmol Vis Sci*, 2012. 53: p 2586–2592

Wood, J.M., Owsley, C., Useful field of view test, *Gerontology*, 2014. 60 (4): p 315–318

Wunsch, W., Weigelt, M., Stöckel, T., Anticipatory Motor Planning in Older Adults, *The Journals of Gerontology Series B Psychological Sciences and Social Sciences*, 2017. 72 (3): p 373–382

## **8 Anhang**

Fragebogen bei der telefonischen Terminvereinbarung

Vorabfragebogen zur medizinischen Untersuchung

Medizinischer Fragebogen während der Untersuchung

Erhebungsbogen körperliche Untersuchung

Weiterführende Tabellen Sehtests

Tabellarisch zusammengefasste Übergruppen der genannten Vorerkrankungen

Einverständniserklärung für Probanden

Flyer

Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) Anlage 6

## 8.1 Fragebogen bei der telefonischen Terminvereinbarung



Institut für Rechtsmedizin  
Abt. Unfallforschung  
und Unfallprävention



### Telefoninterview für Senioren

**Aufnehmer:**

**Datum:**

**Vereinbarter Termin:**

**Uhrzeit:**

**Name/Alter:**

**(Eigenes) Auto (im Haushalt) und aktiver Fahrer: ja ☐ nein ☐**

**Automarke, Modell, Baujahr (falls bekannt):**

**Telefonnummer:**

**E-Mail: Adresse:**

Gibt es Terminpräferenzen? Vormittags, nachmittags, nur bestimmte Wochentage?

---

#### **Prozedere:**

- Sie bekommen den Fragebogen zugeschickt. Bitte diesen zum Untersuchungstermin mitbringen.
- Eventuelle Befunde vom Hausarzt (inkl. Labor), Augenarzt, Orthopäden etc. bitte auch unbedingt mitbringen.
- An dem Termin bitte pünktlich erscheinen und eine evtl. vorhandene Medikamentenliste bzw. alle eingenommenen Medikamente (in Originalpackung) mitbringen.
- Gibt es andere Probanden im Bekanntenkreis, die auch Interesse haben?

#### **Untersuchung:**

- 2 Abschnitte: Zum einen eine psychologische Testreihe und zum anderen eine medizinische körperliche Untersuchung inklusive einer Probandenbefragung.
- Danach bekommen sie ein Fahrtentagebuch, das sie bitte über 2 Tage führen, an denen sie sowieso Auto fahren und danach zur Auswertung an uns zurückschicken.
- Wenn die Tests/Untersuchungen ausgewertet sind, bekommen sie eine Rückmeldung von uns über ihre Ergebnisse.
- Sie werden einen Tag vor Untersuchung noch einmal angerufen und erinnert.

## 8.2 Vorabfragebogen zur medizinischen Untersuchung



Institut für Rechtsmedizin  
Abt. Unfallforschung  
und Unfallprävention



Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

### Fahrerfitnesstest für Senioren

**Forschungsprojekt im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen**

**BAST – Bergisch-Gladbach**

#### INFORMATIONEN ZUM DATENSCHUTZ

- Für die Bearbeitung von personenbezogenen Informationen gibt es das Bundesdatenschutz-gesetz. Seine Vorschriften sind Grundlage der Befragung, an der Sie teilnehmen, und werden entsprechend eingehalten. Ihre Teilnahme an der Befragung ist freiwillig.
- Auf dem beiliegenden Fragebogen steht weder Ihr Name noch Ihre Adresse. Zur Erfassung der Fragebögen dient die auf dem Bogen aufgetragene Nummer.
- Die Fragebögen werden an unsere Erfassungsstelle weitergeleitet und dort mit einem Computer erfasst. Anschließend werden die Daten von uns ausgewertet. Bei der Auswertung werden Ihre Antworten ausschließlich in anonymisierter Form (d.h. ohne Namen und Adresse) bearbeitet. Die Ergebnisse werden nur gruppenbezogen und nicht für Einzelpersonen dargestellt. Es kann anhand der Ergebnisse also niemand erkennen, von welchen Personen die Angaben gemacht wurden.

**Bitte wenden**

**Vorab-Fragebogen (nur vom Untersucher auszufüllen)**

Anamneseerhebung am: \_\_\_\_\_ durch: \_\_\_\_\_

**Probanden-Nr.:** \_\_\_\_\_ **Geschlecht:** \_\_\_\_\_ **Alter:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*bitte ausgefüllt zum Untersuchungstermin mitbringen*

**Vom Probanden auszufüllen**

**Medizinische Vorgeschichte:**

Welche Erkrankungen haben Sie? Seit wann? Haben Sie Allergien und wenn ja seit wann?

Besteht bei Ihnen ein Diabetes mellitus ("Zucker")? ja ☐ 1                      nein ☐ 2

Hatten Sie schon Operationen? ja ☐ 1                      nein ☐ 2  
Wenn ja, welche:

Hatten Sie schon mal einen Unfall? ja ☐ 1                      nein ☐ 2  
Wenn ja, wann und was für einen (z.B. Knochenbrüche)?

Haben/hatten Sie eine psychiatrische Erkrankung? ja ☐ 1                      nein ☐ 2  
Wenn ja, welche:

**Medikamente:**

Was nehmen Sie im Moment für Medikamente ein? Bitte inkl. der Dosis notieren:

Hatten Sie schon mal Probleme mit Medikamenten? ja <input type="checkbox"/> 1 Wenn ja welche:	nein <input type="checkbox"/> 2
--	---------------------------------

Genussmittel:

Alkohol:		ja <input type="checkbox"/> 1 Menge/wie oft:	nein <input type="checkbox"/> 2
----------	--	---	---------------------------------

Nikotin:		ja <input type="checkbox"/> 1 Menge/wie oft:	nein <input type="checkbox"/> 2
----------	--	---	---------------------------------

Hilfsmittel:

Tragen sie eine Brille?	ja <input type="checkbox"/> 1	nein <input type="checkbox"/> 2
Wenn ja, tragen Sie diese Brille immer oder nur zum Auto fahren? ( <b>bitte ankreuzen</b> )		
<input type="checkbox"/> 1 immer <input type="checkbox"/> 2 gelegentlich (nicht speziell zum Auto fahren) <input type="checkbox"/> 3 nur zum Auto fahren		
Um was für eine Brille handelt es sich? (bitte ankreuzen) <input type="checkbox"/> 1 zur Korrektur der Fernsichtigkeit <input type="checkbox"/> 2 zur Korrektur der Nahsichtigkeit <input type="checkbox"/> 3 zur Korrektur von Fern- und Nahsichtigkeit		
Was für eine Stärke (Dioptrien) hat Ihre Brille?		

Tragen sie Kontaktlinsen?	ja <input type="checkbox"/> 1	nein <input type="checkbox"/> 2
Wenn ja, tragen Sie diese Kontaktlinsen immer oder nur zum Auto fahren? ( <b>bitte ankreuzen</b> )		
<input type="checkbox"/> 1 immer <input type="checkbox"/> 2 gelegentlich (nicht speziell zum Auto fahren) <input type="checkbox"/> 3 nur zum Auto fahren		

Tragen sie ein Hörgerät bzw. nutzen sie eine Hörhilfe?	ja <input type="checkbox"/> 1	nein <input type="checkbox"/> 2
Wie oft tragen Sie diese Hörhilfe? ( <b>bitte ankreuzen</b> )		
<input type="checkbox"/> 1 immer <input type="checkbox"/> 2 gelegentlich (nicht speziell zum Auto fahren) <input type="checkbox"/> 3 nur zum Auto fahren		
Wo befindet sich die Hörhilfe?		

☐1 Linkes Ohr

☐2 rechtes Ohr

☐3 beidseits

Benutzen Sie eine Gehhilfe?

ja ☐1

nein ☐2

Wenn ja, was für eine Gehhilfe benutzen Sie genau (z.B. Gehstock, Rollator)?

Wie häufig benutzen Sie eine Gehhilfe?

☐1 täglich

☐2 gelegentlich

☐3 selten

☐4 nie

Wir möchten Sie bitten, diese Anamnesebögen ausgefüllt zu Ihrem Gesundheitscheck mitzubringen! Vielen Dank für Ihre Mühe!



### 8.3 Medizinischer Fragebogen während der Untersuchung



Institut für Rechtsmedizin  
Abt. Unfallforschung  
und Unfallprävention



#### Fragebogen Gesundheitscheck

(nur vom Untersucher auszufüllen)

Anamneseerhebung am: \_\_\_\_\_ durch: \_\_\_\_\_

**Probanden-Nr.:** \_\_\_\_\_

Geschlecht: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

---

#### Mit dem Probanden am Untersuchungstag auszufüllen

##### Subjektiver Gesundheitszustand

Frage 1: Wie würden Sie Ihren aktuellen Gesundheitszustand einstufen?

☐ 1 schlecht ☐ 2 eher schlecht ☐ 3 eher gut ☐ 4 gut

Frage 2: Wie würden Sie Ihre Beweglichkeit zum aktuellen Zeitpunkt einstufen?

☐ 1 schlecht ☐ 2 eher schlecht ☐ 3 eher gut ☐ 4 gut

Frage 3: Wie würden Sie Ihre geistige Leistungsfähigkeit zum aktuellen Zeitpunkt einstufen?

☐ 1 schlecht ☐ 2 eher schlecht ☐ 3 eher gut ☐ 4 gut

Frage 4: Wenn Sie sich mit anderen Menschen Ihres Alters vergleichen, glauben Sie, dass Ihre Gesundheit besser, genauso gut oder schlechter ist?

☐ 1 besser ☐ 2 genauso gut ☐ 3 schlechter

##### Erkrankungen und Beschwerden

Frage 5a: Wurde bei Ihnen ein Diabetes mellitus (Zucker) festgestellt?

- ☐ 0 nein
- ☐ ja, seit der Kindheit insulinpflichtig
- ☐ ja, seit dem Erwachsenenalter insulinpflichtig
- ☐ ja, seit dem Erwachsenenalter Tabletten und Diäten
- ☐ ja, seit dem Erwachsenenalter nur Diät

Frage 5b: Wenn Spätfolgen aufgetreten sind, welche? \_\_\_\_\_

---

---

Frage 6: Wurde bei Ihnen Bluthochdruck festgestellt?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Wenn ja, wann war das? \_\_\_\_\_

Frage 7a: Ist bei Ihnen in den letzten fünf Jahren eine Herzerkrankung diagnostiziert worden?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Angina Pectoris
- ☐ Herzrhythmusstörungen
- ☐ Herzkranzgefäßerkrankung
- ☐ Herzinfarkt
- ☐ Herzleistungsschwäche
- ☐ andere

Frage 7b: Leiden oder litten Sie an einer Gefäßerkrankung? (Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Thrombose
- ☐ Thrombose mit Komplikation Lungenembolie
- ☐ (periphere) arterielle Verschlusskrankheit
- ☐ chronische venöse Insuffizienz
- ☐ andere

Frage 8: Haben Sie in den letzten fünf Jahren an einer neurologischen Erkrankung gelitten?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Verletzung von Nerven
- ☐ Verletzung von Rückenmark
- ☐ Parkinson
- ☐ Demenz
- ☐ MS
- ☐ andere

Frage 9: Gab es in den letzten fünf Jahren einen Vorfall, der Hirn oder Kopf betraf?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Schlaganfall
- ☐ Hirnoperation
- ☐ andere

Frage 10: Haben Sie in den letzten fünf Jahren an einer Lungenerkrankung gelitten?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Chronische Bronchitis
- ☐ Asthma
- ☐ COPD
- ☐ andere

Frage 11a: Leiden Sie an einem Krampfleiden? (Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ (langjährige) Epilepsie
- ☐ Gelegenheitsanfälle
- ☐ Zustand nach Kopfverletzung
- ☐ andere

Frage 11b: Wenn ja, wie oft treten Anfälle auf? \_\_\_\_\_

Frage 12: Ist bei Ihnen in den letzten fünf Jahren eine Nieren- und/oder Lebererkrankung aufgetreten?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Dialyse
- ☐ Lebererkrankung infolge einer Infektion
- ☐ Lebererkrankung infolge von Alkoholkonsum
- ☐ andere

Frage 13: Ist bei Ihnen in den letzten fünf Jahren eine Erkrankung des Bewegungsapparates aufgetreten mit daraus folgender Bewegungseinschränkung? (Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 0 nein
- ☐ Arthrose
- ☐ rheumatische Erkrankung
- ☐ Knochenbruch

☐ Operation

☐ andere

Frage 14: Sind bei Ihnen in den letzten fünf Jahren irgendwelche weiteren Erkrankungen aufgetreten, die bisher nicht erwähnt wurden?

☐ 0 nein      ☐ 1 ja

Wenn ja, welche Erkrankung und wann war das? \_\_\_\_\_

Welche Symptome und Beschwerden treten bei Ihnen auf? \_\_\_\_\_

Frage 15: Leiden Sie unter Schlafstörungen? (Mehrfachantworten möglich)

☐ 0 nein

☐ Durchschlafstörung

☐ Einschlafstörung

☐ andere

Frage 16: Waren Sie in den letzten fünf Jahren wegen Problemen Ihrer Stimmungs- und Gefühlslage in ärztlicher Behandlung?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Wenn ja, welche Erkrankung und wann war das bzw. seit wann? \_\_\_\_\_

Frage 17: Leiden Sie an einer chronischen Schmerzerkrankung?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

### **Sehen**

Frage 18a: Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (mit Sehhilfe) einstufen?

☐ 1 schlecht    ☐ 2 eher schlecht    ☐ 3 eher gut    ☐ 4 gut

Frage 18b: Wie würden Sie ihre Sehfähigkeit (ohne Sehhilfe) einstufen, wenn Sie in die Ferne schauen?

☐ 1 schlecht    ☐ 2 eher schlecht    ☐ 3 eher gut    ☐ 4 gut

Frage 18c: Wie würden Sie Ihre Sehfähigkeit (ohne Sehhilfe) im Nahbereich einstufen?

☐ 1 schlecht    ☐ 2 eher schlecht    ☐ 3 eher gut    ☐ 4 gut

Frage 19: Hatten Sie in den letzten fünf Jahren Beschwerden an den Augen oder leiden Sie an einer Krankheit der Augen, z.B. grauer oder grüner Star?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Wenn ja, welche Erkrankung und wann war das bzw. seit wann? \_\_\_\_\_

Frage 20: Haben Sie das Gefühl, dass Sie im Randbereich, d.h. im Augenwinkel, Dinge später wahrnehmen als früher?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Frage 21: Haben Sie das Gefühl, dass Sie leichter geblendet werden?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Frage 22: Wenn mindestens ein Problem mit den Augen besteht: Inwieweit wirken oder wirkten sich diese Probleme der Augen bei Ihnen auf das Autofahren aus?

☐ 1 gar nicht      ☐ 2 offene Beschreibung: \_\_\_\_\_

Frage 23a: Wie sehr haben Sie in der letzten Zeit beim Autofahren folgende Veränderung an sich beobachtet:

	<b>Trifft überhaupt nicht zu</b>	<b>Trifft eher nicht zu</b>	<b>Trifft eher zu</b>	<b>Trifft voll und ganz zu</b>
In der Dämmerung hat sich das Gefühl der Unsicherheit vergrößert	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Das Sehen in der Nacht hat sich verschlechtert	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Bei Regen hat sich das Gefühl der Unsicherheit vergrößert	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Das Sehen auf weite Entfernung hat sich verschlechtert	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Sie haben manchmal das Gefühl, dass Sie wie durch einen Tunnel blicken	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

Frage 23b: Waren obengenannte Veränderungen Anlass für Sie den Arzt aufzusuchen?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Frage 24a: Wann haben Sie das letzte Mal Ihr Sehvermögen überprüfen lassen?

- ☐ vor einem Monat (innerhalb des letzten Monats)
- ☐ vor einem halben Jahr (zwischen > 1 Monat und bis zu 6 Monaten)
- ☐ vor einem Jahr (zwischen > 6 Monaten und bis zu 12 Monaten)
- ☐ vor fünf Jahren
- ☐ vor mehr als fünf Jahren
- ☐ noch nie

Frage 24b: Wann waren Sie das letzte Mal beim Augenarzt?

- ☐ vor einem Monat (innerhalb des letzten Monats)
- ☐ vor einem halben Jahr (zwischen > 1 Monat und bis zu 6 Monaten)
- ☐ vor einem Jahr (zwischen > 6 Monaten und bis zu 12 Monaten)
- ☐ vor fünf Jahren
- ☐ vor mehr als fünf Jahren
- ☐ noch nie

Frage 24c: Was war der Grund und gab es Auffälligkeiten? \_\_\_\_\_

---

---

### **Hören**

Frage 25a: Benutzen Sie eine Hörhilfe?

- ☐ 0 nein      ☐ 10 ja, immer      ☐ 3 ja, gelegentlich

Frage 25b: Wie würden Sie Ihre Hörfähigkeit mit Hörgerät einstufen?

- ☐ 1 schlecht    ☐ 2 eher schlecht    ☐ 3 eher gut    ☐ 4 gut

Frage 25c: Wie würden Sie Ihre Hörfähigkeit (ohne Hörgerät) einstufen?

- ☐ 1 schlecht    ☐ 2 eher schlecht    ☐ 3 eher gut    ☐ 4 gut

Frage 26: Hatten Sie in den letzten fünf Jahren Beschwerden oder leiden Sie an einer Krankheit der Ohren?

- ☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Wenn ja, welche Erkrankung und wann war das bzw. seit wann?

---

Frage 27: Wann haben Sie zum letzten Mal Ihre Hörfähigkeit überprüfen lassen?

- ☐ vor einem Monat (innerhalb des letzten Monats)
- ☐ vor einem halben Jahr (zwischen > 1 Monat und bis zu 6 Monaten)
- ☐ vor einem Jahr (zwischen > 6 Monaten und bis zu 12 Monaten)
- ☐ vor fünf Jahren
- ☐ vor mehr als fünf Jahren
- ☐ noch nie

### **Medikamente**

Frage 28: Welche Medikamente oder Präparate nehmen Sie regelmäßig ein?

☐ 1 offene Beschreibung:

Medikament	Zweck	Verschrieben vs Selbst verordnet

Frage 29:

Haben Sie sich mit Ihrem Arzt über Wechsel-/Nebenwirkungen der Medikamente (z.B. durch den Konsum von Alkohol) unterhalten?

- ☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Frage 30: Wie viele Packungsbeilagen Ihrer Medikamente haben Sie gelesen?

- ☐ 1 alle      ☐ 2 einige      ☐ 3 keine

Frage 31: Wie oft fällt es Ihnen schwer, die Packungsbeilage Ihrer Medikamente zu verstehen?

- ☐ 1 nie      ☐ 2 eher selten      ☐ 3 eher häufig      ☐ 4 sehr häufig

Frage 32: Gibt es darüber hinaus noch Medikamente oder Präparate, die Sie nicht regelmäßig, sondern nur bei Bedarf einnehmen?

- ☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Wenn ja, welche: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Frage 33: Was trifft auf mögliche auftretende Nebenwirkungen zu?

	<b>Trifft über- haupt nicht zu</b>	<b>Trifft eher nicht zu</b>	<b>Trifft eher zu</b>	<b>Trifft voll und ganz zu</b>
Ich bin weniger aufmerksam	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Ich werde müde	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Ich kann mich schlechter konzentrieren	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Ich werde unruhig	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Mir wird übel	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Ich reagiere langsamer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Meine Stimmung verschlechtert sich	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Ich kann schlechter sehen	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Ich bin aufgedreht	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

Frage 34a: Rauchen Sie?

☐ 0 nein      ☐ 10 ja

Interviewer/in: Falls kein Nikotinkonsum angegeben wird: **weiter mit Frage 35a**

Falls der Proband / die Probandin raucht: **weiter mit Frage 34b**

Frage 34b: Wie viele Zigaretten rauchen Sie im Allgemeinen pro Tag? \_\_\_\_\_  
pro Tag

Frage 35a: Trinken Sie Alkohol?

☐ 1 nein      ☐ 10 ja

Interviewer/in: Falls kein Alkoholkonsum angegeben wird: **weiter mit Frage 36**

Falls der Proband / die Probandin Alkohol trinkt **weiter mit Frage 35b**

Frage 35b: Wie häufig trinken Sie Alkohol im Monat? \_\_\_\_\_ pro Monat



Frage 35c: Welche Art von Alkohol trinken Sie? (Mehrfachantworten möglich)

- ☐ 1 Bier
- ☐ 2 Wein
- ☐ 3 Schnaps

Frage 36: Welche Informationsquellen haben Sie bisher genutzt um sich über "Teilnahme am Straßenverkehr im Alter und bei Krankheit" zu informieren?

(Mehrfachantworten möglich)

- ☐ Schriftliche Informationen der Krankenkassen
- ☐ Vorträge
- ☐ Beratungsgespräch mit dem Arzt
- ☐ Anonyme telefonische Beratungsstelle
- ☐ Internet
- ☐ Kostenlose Broschüren
- ☐ anderes
- ☐ gar keine

## 8.4 Erhebungsbogen Körperliche Untersuchung



Institut für Rechtsmedizin  
Abt. Unfallforschung  
und Unfallprävention



### Körperliche Untersuchung

am: \_\_\_\_\_ durch: \_\_\_\_\_

Probanden-Nr.: \_\_\_\_\_

Geschlecht: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

#### Aktueller Gesundheitszustand / aktuelle Beschwerden:

----------------------

#### Systemüberblick:

Blutdruck RR: \_\_\_\_\_ mmHg

HF: \_\_\_\_\_ /min (☐ rhythmisch ☐ arhythmisch)

Atmung: \_\_\_\_\_ /min

Körpergröße: \_\_\_\_\_ ☐ gemessen ☐ geschätzt

Körpergewicht: \_\_\_\_\_ ☐ gewogen ☐ geschätzt

#### Inspektion Thorax:

Form: \_\_\_\_\_

Symmetrie: \_\_\_\_\_

Sonstiges: \_\_\_\_\_

#### Herz:

##### Auskultation:

Herztöne: \_\_\_\_\_

Herzgeräusche: \_\_\_\_\_

Perikardreiben: \_\_\_\_\_

#### Lunge:

##### Auskultation:

Atemgeräusche: \_\_\_\_\_

Nebengeräusche: \_\_\_\_\_

Pleurareiben: \_\_\_\_\_

Perkussion:

Klopfschall: \_\_\_\_\_

Atemverschieblichkeit der Lungengrenzen: \_\_\_\_\_

### **Inspektion Hals:**

Palpation Schilddrüse mit Verschieblichkeit: \_\_\_\_\_

### **Inspektion Abdomen:**

Haut: \_\_\_\_\_

Nabel: \_\_\_\_\_

Bauchdecke: \_\_\_\_\_

Leberhautzeichen: \_\_\_\_\_

### **Extremitäten/Haut:**

Temperatur: \_\_\_\_\_

Farbe: \_\_\_\_\_

Zyanose: \_\_\_\_\_

Ödem: \_\_\_\_\_

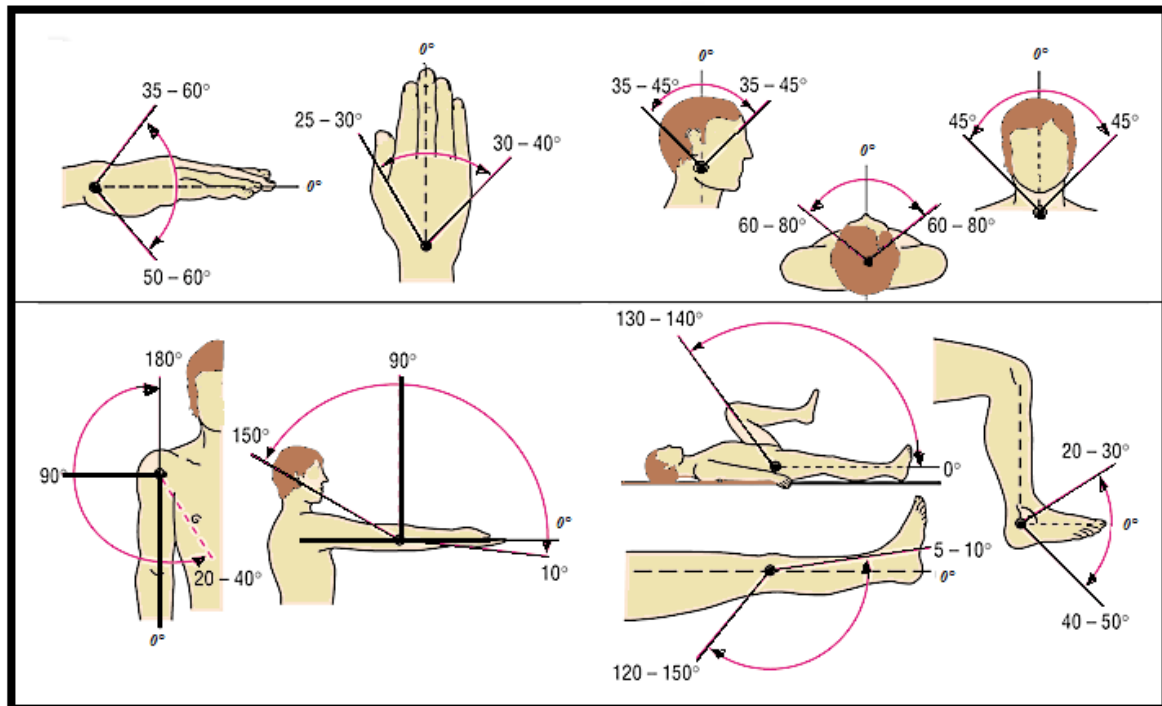
Trommelschlegelfinger: \_\_\_\_\_

Sonstiges: \_\_\_\_\_

### **Muskuloskelettal:**

Gelenke

Bewegungsumfang aktiv/passiv (Neutral-Null-Methode)



Schulter: \_\_\_\_\_

Ellenbogengelenk: \_\_\_\_\_

Hand: \_\_\_\_\_

Hüftgelenk: \_\_\_\_\_

Kniegelenk: \_\_\_\_\_

Fuß: \_\_\_\_\_

### Inspektion Wirbelsäule:

Lordose/Kyphose: \_\_\_\_\_

Skoliose: \_\_\_\_\_

Beckenschiefstand: \_\_\_\_\_

Sonstiges: \_\_\_\_\_

### Bewegungsumfang HWS:

Ventral-/Dorsalextension (NN 45-0-45°): \_\_\_\_\_

Rotation (NN 70-0-70°): \_\_\_\_\_

Seitneigung (NN 45-0-45°): \_\_\_\_\_

Nackenrotationstest: \_\_\_\_\_

### Bewegungsumfang BWS/LWS:

Finger-Boden-Abstand: \_\_\_\_\_

Test nach Schober: \_\_\_\_\_

Test nach Ott: \_\_\_\_\_

### Überprüfung der Muskelstärke (Kraftgrade)

Fehlende Muskelkontraktion	0
Eben sichtbare Muskelanspannung	1
Bewegung des Gliedmaßenabschnitts bei Ausschaltung der Schwerkraft	2
Aktive Bewegung gegen die Schwerkraft	3
Aktive Bewegung gegen leichten Widerstand	4
Normale Kraft	5

Obere Gliedmaßen: \_\_\_\_\_

Untere Gliedmaßen: \_\_\_\_\_

### **Reflexe:**

Achillessehnenreflex: \_\_\_\_\_

Patellarsehnenreflex: \_\_\_\_\_

Babinski: \_\_\_\_\_

### **Sensibilität:**

Berührung: \_\_\_\_\_

Schmerz: \_\_\_\_\_

Temperatur: \_\_\_\_\_

### **Gleichgewicht:**

Gangbild: \_\_\_\_\_

Hackengang: \_\_\_\_\_

Zehengang: \_\_\_\_\_

Romberg-Versuch: \_\_\_\_\_

### **Sonstige Tests:**

Schlafapnoe: (Epworth Schläfrigkeitsskala):

Punkte: \_\_\_\_\_

Narkolepsie-Anzeichen:     ☐ 0 nein     ☐ 10 ja

### **Perzeption:**

#### **Zentrale Sehschärfe (Landoltringe unendlich, erkannt):**

Jeweils mindestens 3 von 4 bzw. 5 dargebotenen Landoltringen sind zu erkennen um zu bestehen

Rechts: 1. Reihe <input type="checkbox"/>	Links: 1. Reihe <input type="checkbox"/>	Beide: 1. Reihe <input type="checkbox"/>
2. Reihe <input type="checkbox"/>	2. Reihe <input type="checkbox"/>	2. Reihe <input type="checkbox"/>
3. Reihe <input type="checkbox"/>	3. Reihe <input type="checkbox"/>	3. Reihe <input type="checkbox"/>
4. Reihe <input type="checkbox"/>	4. Reihe <input type="checkbox"/>	4. Reihe <input type="checkbox"/>
5. Reihe <input type="checkbox"/>	5. Reihe <input type="checkbox"/>	5. Reihe <input type="checkbox"/>

#### **Gesichtsfeld:**

Perimetrie: links: 35° ☐ 55° ☐ 70° ☐ 85° ☐  
rechts: 35° ☐ 55° ☐ 70° ☐ 85° ☐

#### **Kontrastsehen (binokular):**

Ohne Blende: Visus 0,1 Kontrast 100%:	<input type="checkbox"/>	, mit Blende: <input type="checkbox"/>
Visus 0,16 Kontrast 5%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,16 Kontrast 2,5%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,25 Kontrast 10%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,25 Kontrast 5%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,25 Kontrast 2,5%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,4 Kontrast 20%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,4 Kontrast 10%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,4 Kontrast 5%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visus 0,4 Kontrast 2,55%:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### **Dämmerungssehtest (binokular):**

Jeweils mindestens 3 von 5 dargebotenen Landoltringen sind zu erkennen, um zu bestehen

Kontraststufe 1:23	Ohne Blendung: <input type="checkbox"/> ; mit Blendung: <input type="checkbox"/>
Kontraststufe 1:5	Ohne Blendung: <input type="checkbox"/> ; mit Blendung: <input type="checkbox"/>
Kontraststufe 1:2,7	Ohne Blendung: <input type="checkbox"/> ; mit Blendung: <input type="checkbox"/>
Kontraststufe 1:2	Ohne Blendung: <input type="checkbox"/> ; mit Blendung: <input type="checkbox"/>

**Amsler Raster:**

Metamorphopsien    ☐ 10 ja        ☐ 0 nein

**Farbensehen:**

Ishihara Tafeln: 1. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 2. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 3. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 4. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 5. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 6. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 7. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 8. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 9. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 10. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 11. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 12. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 13. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

Ishihara Tafeln: 14. erkannt ☐ 10 ja ☐ 0 nein

**Kognition:****Reaktionsgeschwindigkeit:**

Ruler Drop Test: ja ☐ 10        nein ☐        0/3 Wiederholungen (1x fangen ist bestanden)

**Mini-Mental-Status-Test:** \_\_\_\_\_ Punkte

***Subjektiver Eindruck des Untersuchers:***

☐ 1 fahrfähig

☐ 2 eingeschränkt fahrfähig

☐ 3 fahruntfähig

## 8.5 Weiterführende Tabellen Sehtests

Ohne Blendung  Altersgruppen	1 : 23		1 : 5		1 : 2,7		1 : 2	
	m	w	m	w	m	w	m	w
65-70 Jahre	75	80	75	80	63	80	63	50
70-74 Jahre	60	78	60	72	60	50	47	39
75-79 Jahre	50	80	50	73	33	53	33	40
80-84 Jahre	60		60		40		20	
> 85 Jahre	0	100	0	100	0	50	0	50

**Erkennen der Kontraststufen des Dämmerungssehtests ohne Blendung verteilt auf Altersgruppen in Prozent**

Mit Blendung  Altersgruppen	1 : 23		1 : 5		1 : 2,7		1 : 2	
	m	w	m	w	m	w	m	w
65-71 Jahre	25	80	25	80	13	50	13	20
70-74 Jahre	47	50	47	30	7	28	7	11
75-79 Jahre	17	27	0	20	0	13	0	7
80-84 Jahre	20		17		0		0	
> 85 Jahre	0	0	0	0	0	0	0	0

**Erkennen der Kontraststufen des Dämmerungssehtests mit Blendung verteilt auf Altersgruppen in Prozent**



## 8.6 Tabellarisch zusammengefasste Übergruppen der genannten Vorerkrankungen

Übergruppe	Einzelne Erkrankungen
Neurologische Erkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nerven- oder Rückenmarkserkrankungen</li> <li>• Parkinson</li> <li>• Demenz</li> <li>• Multiple Sklerose</li> <li>• Neuropathien</li> <li>• Spinalkanalstenosen</li> </ul>
Gelenkerkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arthrose</li> <li>• künstliche Gelenke</li> <li>• rheumatische Erkrankungen</li> <li>• Knochenbrüche oder –operationen</li> <li>• Sehnenrisse oder –entzündungen</li> </ul>
Psychologische/Psychatrische Erkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depressionen</li> <li>• Schlafstörungen</li> </ul>
Gefäßerkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thrombosen mit oder ohne lungenembolische Komplikation</li> <li>• periphere arterielle Verschlusskrankheit</li> <li>• chronisch venöse Insuffizienz</li> <li>• Gefäßembolien (außer zerebral)</li> </ul>
Erkrankungen im Kopfbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlaganfälle</li> <li>• Transitorisch ischämische Attacken</li> <li>• extrakranielle Blutungen</li> </ul>
Nieren-/Lebererkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialysepflichtigkeit</li> <li>• Lebererkrankungen aufgrund von Infektionen oder Alkohol</li> </ul>
Lungenerkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asthma</li> <li>• chronische Bronchitis</li> <li>• COPD</li> </ul>
Herzerkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herzinsuffizienz</li> <li>• Angina Pectoris</li> <li>• Herzrhythmusstörungen</li> <li>• Herzklappenerkrankung</li> <li>• Herzinfarkte</li> <li>• Herzkranzgefäßerkrankungen</li> </ul>
Augenerkrankungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Katarakt</li> <li>• Glaukom</li> <li>• Makuladegeneration</li> <li>• Einäugigkeit</li> <li>• Netzhauterkrankungen</li> </ul>
Erkrankungen ohne Gruppenzugehörigkeit, die einzeln gewertet wurden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bluthochdruck</li> <li>• Diabetes mellitus</li> <li>• Schilddrüsenfunktionsstörungen</li> <li>• Schlafapnoesyndrom</li> <li>• Migräne</li> <li>• Dermatologische Erkrankungen</li> <li>• Neubildungen/Malignome</li> <li>• Bluterkrankungen</li> </ul>

## 8.7 Einverständniserklärung für Probanden



Institut für Rechtsmedizin  
Abt. Unfallforschung  
und Unfallprävention



### Zur Kenntnisnahme

Der Fitnesscheck soll dem Probanden lediglich einen groben Überblick über Stärken und Schwächen bei der medizinischen und psychologischen Untersuchung zum Zeitpunkt der Datenerhebung (Untersuchung) liefern.

Er dient nicht der Bestätigung einer Fahreignung.

Über evtl. vorliegende medizinische und/oder psychologische Defizite wurde der Proband im Anschluss an beide Untersuchungsteile informiert.

Name: \_\_\_\_\_

München, \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

## 8.8 Flyer

# Kostenloser Fahrsicherheits- und Fitness-Check

## Kostenlose Mobilitätsberatung für aktive Autofahrer ab 65 Jahren



LMU  
MÜNCHEN  
UNIVERSITÄT



mensch  
verkehr  
umwelt

Institut für  
Angewandte  
Psychologie

Arbeitsgruppe:  
Altersgerechte Mobilität

Institut für  
Rechtsmedizin,  
Abt. Unfallforschung  
und Unfallprävention



**Projekt „ELFI“**  
Im Auftrag der Bundesanstalt  
für Straßenwesen

Das Projekt:	Unser Angebot für Sie	Kontaktdaten:
<p>Das Institut mensch-verkehr-umwelt (mvu) und das Institut für Rechtsmedizin, Abt. Unfallforschung und Unfallprävention der LMU München beschäftigen sich im Rahmen der Studie ELFI im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) mit Fragen der sicheren Verkehrsteilnahme im Alter als motorisierter Verkehrsteilnehmer. Im Zentrum des Interesses steht dabei die Entwicklung von Maßnahmen, die helfen sollen, eine möglichst lange, sichere und aktive Teilnahme am Straßenverkehr zu ermöglichen.</p> <p>Im Rahmen einer Mobilitätsberatung im Projektverlauf bieten wir älteren Fahrern die Möglichkeit, ihre Aufmerksamkeits-, Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit sowie ihre körperliche Fitness zum Autofahren zu testen.</p> <p>Die Teilnehmer erfahren, wo ihre Stärken und Schwächen liegen.</p> <p>Ausgewählte Teilnehmer können zu einem späteren Zeitpunkt an einem Fahrtraining teilnehmen.</p> <p>Dieses kostenlose Angebot richtet sich an Senioren ab 65 Jahre, die aktiv als Autofahrer am Straßenverkehr teilnehmen.</p>	<p>Wir bieten Ihnen an, kostenlos an einem persönlichen Fahrsicherheitscheck teilzunehmen (Dauer ca. 2-3 Std.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung Ihrer Aufmerksamkeits-, Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit</li> <li>• Überprüfung Ihrer körperlichen Fitness zum Autofahren</li> <li>• Erfassung Ihrer Mobilitätsgewohnheiten</li> <li>• Individuelle Rückmeldung und persönliche Mobilitätsberatung</li> </ul> <p>Selbstverständlich sichern wir Ihnen Datenschutz zu; wir unterliegen auch der Schweigepflicht.</p> <p>Eine Teilnahme hat keinerlei Nachteile oder Auswirkungen auf Ihre Fahrerlaubnis.</p>	<p>Bei Interesse können Sie uns zu einer Terminvereinbarung telefonisch oder auch per e-mail kontaktieren.</p> <p>Auch für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.</p> <p>Anmeldung bei: Institut für Rechtsmedizin Abt. Unfallforschung und -prävention Nußbaumstr. 26 80336 München Tel. 089/2180-73113 e-mail: <a href="mailto:elfi.rechtsmedizin@med.uni-muenchen.de">elfi.rechtsmedizin@med.uni-muenchen.de</a></p> <p>Weitere Informationen auch unter: mensch-verkehr-umwelt Institut für Angewandte Psychologie AG Altersgerechte Mobilität <a href="http://www.mensch-verkehr-umwelt.de">http://www.mensch-verkehr-umwelt.de</a></p>

## 8.9 Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) Anlage 6

1.

Klassen A, A1, A2, B, BE, AM, L und T

1.1

Sehtest (§ 12 Absatz 2)

Der Sehtest (§ 12 Absatz 2) ist bestanden, wenn die zentrale Tagessehschärfe mit oder ohne Sehhilfen mindestens beträgt: 0,7/0,7. Über den Sehtest ist eine Sehtestbescheinigung gemäß dem Muster dieser Anlage zu erstellen.

1.2

Augenärztliche Untersuchung (§ 12 Absatz 5)

Besteht der Bewerber den Sehtest nicht, ist eine augenärztliche Untersuchung erforderlich. Bei dieser Untersuchung ist unter anderem auf Sehschärfe, Gesichtsfeld, Dämmerungs- oder Kontrastsehen, Blendempfindlichkeit, Diplopie sowie andere Störungen der Sehfunktion zu achten, die ein sicheres Fahren in Frage stellen können. Es müssen folgende Mindestanforderungen erfüllt sein:

1.2.1

Zentrale Tagessehschärfe

Fehlsichtigkeiten müssen – soweit möglich und verträglich – korrigiert werden. Dabei dürfen folgende Sehschärfenwerte nicht unterschritten werden:

Sehschärfe des besseren Auges oder beidäugige Sehschärfe: 0,5.

1.2.2

Übrige Sehfunktionen

Gesichtsfeld:

Normales Gesichtsfeld eines Auges oder ein gleichwertiges beidäugiges Gesichtsfeld mit einem horizontalen Durchmesser von mindestens 120 Grad, insbesondere muss das zentrale Gesichtsfeld bis 20 Grad normal sein. Insgesamt sollte das Gesichtsfeld jedes Auges an mindestens 100 Orten geprüft werden. Ergeben sich unklare Defekte oder steht nicht zweifelsfrei fest, dass die Mindestanforderungen erfüllt werden, so hat eine Nachprüfung an einem manuellen Perimeter nach Goldmann mit der Marke III/4 zu erfolgen.

Beweglichkeit:

Bei Beidäugigkeit sind Augenzittern sowie Schielen ohne Doppeltsehen im zentralen Blickfeld bei normaler Kopfhaltung zulässig. Doppeltsehen außerhalb eines zentralen Blickfeldbereichs von 20 Grad im Durchmesser ist zulässig. Bei Einäugigkeit ausreichende Beweglichkeit des funktionstüchtigen Auges.

1.3

Die Erteilung der Fahrerlaubnis darf in Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden, wenn die Anforderungen an das Gesichtsfeld oder die Sehschärfe nicht erfüllt werden. In diesen Fällen muss der Fahrzeugführer einer augenärztlichen Begutachtung unterzogen werden, um sicherzustellen, dass keine anderen Störungen von Sehfunktionen vorliegen. Dabei müssen auch Kontrastsehen oder Dämmerungssehen und Blendempfindlichkeit geprüft und berücksichtigt werden. Daneben sollte der Fahrzeugführer oder Bewerber eine praktische Fahrprobe erfolgreich absolvieren.

1.4

Nach dem Verlust des Sehvermögens auf einem Auge oder bei neu aufgetretener Diplopie muss ein geeigneter Zeitraum (mindestens drei Monate) eingehalten werden, während dessen das Führen von Kraftfahrzeugen nicht erlaubt ist. Danach darf erst nach augenärztlicher Untersuchung und Beratung wieder ein Kraftfahrzeug geführt werden.

1.5

Besteht eine fortschreitende Augenkrankheit, ist eine regelmäßige augenärztliche Untersuchung und Beratung erforderlich.

2.

Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E und der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung (§ 12 Absatz 6, § 48 Absatz 4 Nummer 4 und Absatz 5 Nummer 2)

Bewerber um die Erteilung oder Verlängerung der Fahrerlaubnis müssen die nachfolgenden Mindestanforderungen an das Sehvermögen erfüllen:

2.1

Untersuchung durch einen Augenarzt, einen Arzt mit der Gebietsbezeichnung „Arbeitsmedizin“, einen Arzt mit der Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“, einen Arzt bei einer Begutachtungsstelle für Fahreignung, einen Arzt des Gesundheitsamtes oder einen anderen Arzt der öffentlichen Verwaltung.

Über die Untersuchung ist eine Bescheinigung gemäß dem Muster dieser Anlage zu erstellen.

2.1.1

Zentrale Tagessehschärfe

Feststellung unter Einhaltung der DIN 58220, Ausgabe Januar 1997.

Fehlsichtigkeiten müssen – soweit möglich und verträglich – korrigiert werden. Dabei dürfen folgende Sehschärfenwerte nicht unterschritten werden: Sehschärfe auf jedem Auge 0,8 und beidäugig 1,0.

Die Korrektur mit Gläsern von mehr als plus 8,0 Dioptrien (sphärisches Äquivalent) ist nicht zulässig; dies gilt nicht für intraokulare Linsen oder Kontaktlinsen.

2.1.2

Übrige Sehfunktionen

Normales Farbsehen (geprüft mit einem geeigneten Test, beispielsweise Tafeln nach Ishihara oder Velhagen).

Normales Gesichtsfeld, geprüft mit einem automatischen Halbkugelperimeter, das mit einer überschwelligen Prüfmethode das Gesichtsfeld bis 70 Grad nach beiden Seiten und bis 30 Grad nach oben und unten untersucht. Insgesamt sollte das Gesichtsfeld jedes Auges an mindestens 100 Orten geprüft werden. Alternativ kann eine Prüfung mit einem manuellen Perimeter nach Goldmann mit mindestens vier Prüfmarken (z. B. III/4, I/4, I/2 und I/1) an jeweils mindestens zwölf Orten pro Prüfmarke erfolgen.

Stereosehen, geprüft mit einem geeigneten Test (z. B. Random-Dot-Teste).  
Ausreichendes Kontrast- oder Dämmerungssehen, geprüft mit einem standardisierten anerkannten Prüfverfahren.

2.2

Augenärztliche Untersuchung

Können die Voraussetzungen bei der Untersuchung nach Nummer 2.1 nicht zweifelsfrei festgestellt werden, ist zusätzlich eine augenärztliche Untersuchung erforderlich.

Sind nur die Anforderungen an das normale Farbsehen nicht erfüllt, ist eine zusätzliche augenärztliche Untersuchung entbehrlich, wenn das Farbsehen bereits Gegenstand einer früheren augenärztlichen Untersuchung war und hierbei die Anforderungen bei nicht normalem Farbsehen nach den Nummern 2.2.2 und 2.2.3 erfüllt wurden.

Über die nach Satz 1 erforderliche Untersuchung ist ein Zeugnis gemäß dem Muster dieser Anlage zu erstellen. Es müssen folgende Mindestanforderungen erfüllt sein:

2.2.1

Zentrale Tagessehschärfe

Fehlsichtigkeiten müssen – soweit möglich und verträglich – korrigiert werden. Dabei dürfen folgende Sehschärfenwerte nicht unterschritten werden: Sehschärfe des besseren Auges oder beidäugige Sehschärfe: 0,8, Sehschärfe des schlechteren Auges: 0,5.

Werden diese Werte nur mit Korrektur erreicht, soll die Sehschärfe ohne Korrektur auf keinem Auge weniger als 0,05 betragen.

Die Korrektur mit Gläsern von mehr als plus 8,0 Dioptrien (sphärisches Äquivalent) ist nicht zulässig; dies gilt nicht für intraokulare Linsen oder Kontaktlinsen.

In Einzelfällen kann unter Berücksichtigung von Fahrerfahrung und Fahrzeugnutzung der Visus des schlechteren Auges für die Klassen C, CE, C1, C1E unter 0,5 liegen, ein Wert von 0,1 darf nicht unterschritten werden. Ein augenärztliches Gutachten ist in diesen Fällen erforderlich.

## 2.2.2

### Übrige Sehfunktionen

#### Gesichtsfeld:

Normales Gesichtsfeld beider Augen, wenigstens normales binokulares Gesichtsfeld mit einem horizontalen Durchmesser von mindestens 140 Grad, insbesondere muss das zentrale Gesichtsfeld bis 30 Grad normal sein. Insgesamt sollte das Gesichtsfeld jedes Auges an mindestens 100 Orten geprüft werden. Ergeben sich unklare Defekte oder steht nicht zweifelsfrei fest, dass die Mindestanforderungen erfüllt werden, so hat eine Nachprüfung an einem manuellen Perimeter nach Goldmann mit der Marke III/4 zu erfolgen.

#### Beweglichkeit und Stereosehen:

Ausschluss bei Doppeltsehen im Gebrauchsblickfeld (d. h. 25 Grad Aufblick, 30 Grad Rechts- und Linksblick, 40 Grad Abblick). Ausschluss bei Schielen ohne konstantes binokulares Einfachsehen.

#### Farbensehen:

Farbensehen: Bei Rotblindheit oder Rotschwäche mit einem Anomalquotienten unter 0,5 ist eine Aufklärung des Betroffenen über die mögliche Gefährdung erforderlich.

#### Kontrast- oder Dämmerungssehen, Blendempfindlichkeit:

Ausreichendes Kontrast- oder Dämmerungssehen geprüft mit einem standardisierten anerkannten Prüfverfahren einschließlich Prüfung der Blendempfindlichkeit.

## 2.2.3

Sonderregelung für Inhaber einer bis zum 31. Dezember 1998 erteilten Fahrerlaubnis  
Hinsichtlich des Sehvermögens gelten für Inhaber einer bis zum 31. Dezember 1998 erteilten Fahrerlaubnis folgende Anforderungen (in dieser Gliederungsnummer sind alle Paragraphen ohne Gesetzesangaben solche der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung in der bis zum 31. Dezember 1998 geltenden Fassung):

Mindestanforderungen an die zentrale Tagessehschärfe und die übrigen Sehfunktionen (§ 9a Absatz 5)

### 2.2.3.1

#### Mindestanforderungen an die zentrale Tagessehschärfe

#### 2.2.3.1.1

Liegt die zentrale Tagessehschärfe unterhalb von 1,0/1,0, so muss sie durch Sehhilfen so weit wie möglich dem Sehvermögen des Normalsichtigen angenähert werden.

#### 2.2.3.1.2

Für Inhaber einer Fahrerlaubnis reichen folgende Mindestwerte für die zentrale Tagessehschärfe aus, wenn feststeht, dass das Wahrnehmungsvermögen des Betroffenen trotz verminderten Sehvermögens zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs der Klasse/Art noch ausreicht:

Bei Fahrerlaubnisinhabern der	Klassen 1, 1a, 1b, 3, 4, 5 <sup>2)</sup>	Klasse 2	Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung
Bei Beidäugigkeit	0,4/0,2	0,7/0,2 <sup>2)</sup>	0,7/0,5 <sup>3)</sup>
Bei Einäugigkeit <sup>1)</sup>	0,6	0,7	0,7 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Als einäugig gilt auch, wer auf einem Auge eine Sehschärfe von weniger als 0,2 besitzt.

<sup>2)</sup> Nachweis ausreichenden Wahrnehmungsvermögens bereits bei Sehschärfe unter 0,5 auf dem schlechteren Auge erforderlich.

<sup>2)</sup> Sehschärfe unter 0,5 auf dem schlechteren Auge oder Einäugigkeit nur zulässig bei Beschränkung der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung auf Taxen und Mietwagen.

#### 2.2.3.2

##### Mindestanforderungen an die übrigen Sehfunktionen

#### 2.2.3.2.1

Bei Inhabern der	Klassen 1, 1a, 1b, 3, 4, 5	Klasse 2, Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung
Gesichtsfeld	normales Gesichtsfeld eines Auges oder gleichwertiges beidäugiges Gesichtsfeld	normale Gesichtsfelder beider Augen <sup>1)</sup>
Beweglichkeit	Bei Beidäugigkeit: Augenzittern sowie Begleit- und Lähmungsschielen ohne Doppelsehen im zentralen Blickfeld bei Kopfgeradehaltung zulässig. Bei Augenzittern darf die Erkennungszeit für die einzelnen Sehzeichen nicht mehr als eine Sekunde betragen. Bei Einäugigkeit:	Normale Beweglichkeit beider Augen <sup>1)</sup> ; zeitweises Schielen unzulässig

Bei Inhabern der	Klassen 1, 1a, 1b, 3, 4, 5	Klasse 2, Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung
	Normale Augenbeweglichkeit, kein Augenzittern.	
Stereosehen	keine Anforderungen	normales Stereosehen <sup>2)</sup>
Farbensehen	keine Anforderungen	Rotblindheit oder Rotschwäche mit einem Anomalquotienten unter 0,5 – bei Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung: unzulässig – bei Klasse 2: Aufklärung des Betroffenen über die durch die Störung des Farbsehens mögliche Gefährdung ausreichend

<sup>1)</sup> Bei zulässiger Einäugigkeit gelten die Mindestanforderungen für die Klassen 1, 1a, 1b, 3, 4, 5.

<sup>2)</sup> Bei zulässiger Einäugigkeit: keine Anforderungen.

#### 2.2.3.2.2

Wenn wegen Zweifeln an ausreichendem Sehvermögen eine augenärztliche Begutachtung stattfindet, sollte die Untersuchung auch die Dämmerungssehschärfe und die Blendungsempfindlichkeit umfassen. Werden dabei Mängel festgestellt, so ist der Betroffene auf die Gefahren durch geminderte Dämmerungssehschärfe und erhöhte Blendungsempfindlichkeit beim Fahren in der Dämmerung und in der Nacht hinzuweisen.

#### 2.3

Nach einer neu eingetretenen relevanten Einschränkung des Sehvermögens muss ein geeigneter Anpassungszeitraum eingehalten werden, während dessen das Führen von Kraftfahrzeugen nicht erlaubt ist. Danach darf erst nach augenärztlicher Untersuchung und Beratung wieder ein Kraftfahrzeug geführt werden.

#### 2.4

Besteht eine fortschreitende Augenkrankheit, ist eine regelmäßige augenärztliche Untersuchung und Beratung erforderlich.



(weggefallen)

(Quelle: Homepage Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung - FeV) Anlage 6 (zu den §§ 12, 48 Absatz 4 und 5), Anforderungen an das Sehvermögen, aus BGBl. I 2010, 2034 – 2044, [https://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/anlage\\_6.html](https://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/anlage_6.html))

## **9 Eidesstattliche Versicherung**

Ich, Imke Binnewies, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema „Senioren im Straßenverkehr: Sehtestung bei 270 aktiven älteren Autofahrern – Durchführung, Auswertung und Literaturvergleich im Kontext der Unfallhäufigkeit“ selbständig verfasst, mich, außer der angegebenen, keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe. Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Göttingen, 11.10.2020

Imke Binnewies

Ort, Datum

## 10 Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. med. Matthias Graw für das Überlassen des Themas bedanken. Außerdem gilt mein Dank allen, die durch ihre vielen Nachfragen meinen Ehrgeiz geweckt und zur Fertigstellung der Arbeit beigetragen haben. Besonders bedanken möchte ich mich bei:

- Claudia Helmreich für ihre Unterstützung vor, während und nach der Durchführung der Untersuchungen, sowie beim finalen Korrekturlesen
- Wolfram Hell für die Unterstützung vor und während der Durchführung der Untersuchungen, sowie für diverse Korrekturen und fachliche Kontakte
- Liliana Lopez-Kleine, die als Biostatistikerin meine statistischen Berechnungen überprüft hat
- Hans-Jürgen Grein, der die Arbeit fachlich ophtalmologisch überprüft und Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge gegeben hat
- Meiner Mutter, die die Sätze häufig besser klingen ließ und die letzten Rechtschreibfehler ausgemerzt hat
- Meinem Mann für diverse Korrekturen
- Meinen Eltern, die durch ihre finanzielle Versorgung mein Studium und diese Arbeit überhaupt erst ermöglicht haben.